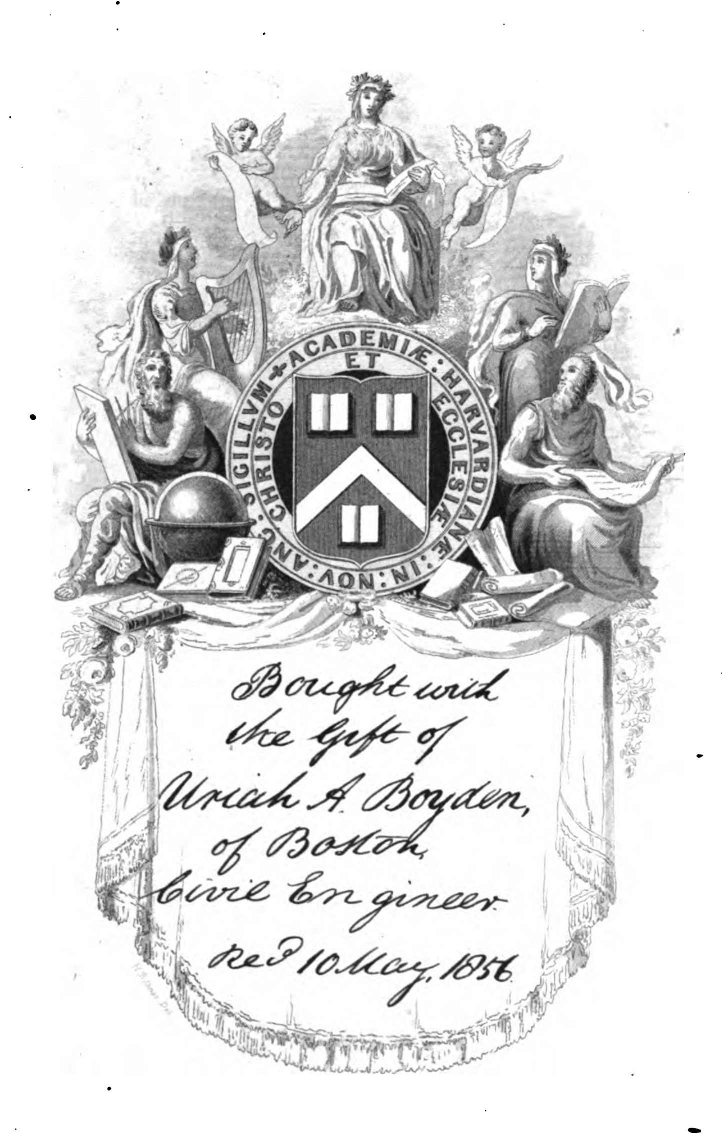
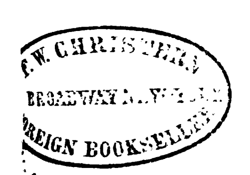
[redacted]



[redacted]



Zur

Gesammtnaturlehre.

Vorbereitung, Selbstforschung und Anwendung.

Von

K. W. G. Kastner.

Dritte Abtheilung.

Mit 1 Steindrucktafel.

Stuttgart.
Ad. Becher's Verlag.
1849.

Handbuch

der

angewandten Naturlehre.

Von

Karl Wilhelm Gottlob
K. W. G. Kastner.

Dritte Abtheilung.

Mit 1 Steindrucktafel.

Stuttgart.
Ad. Becher's Verlag.
1849.

c) Längst hatte die Geometrie die Ellipse, Parabel*) und Hyperbel (sammt anderen sog. Curven) unter ihren Urformen bestimmend aufgeführt, als Kepler (S. 29) erstere an den Bahnen der Planeten, Galilei (S. 296) die andere an der Bahn auf der Erde schief aufwärts, so wie wagerecht geworfener Körper nachwies, und ehe man darauf achtete, daß jener Schatten, welchen ein runder, über einer Lampe befindlicher Lichtschirm an der nahe gegenüber stehenden Wand wirft, hyperbolisch gekrümmt erscheint. Ebenso war die Cykloide (Radlinie) geometrisch längst bekannt, bevor die Mechanik diese Kenntniß in ihren Dienst zog, indem sie z. B. die Pendel der Pendeluhren (S. 247) mittelst: von den (einander entgegengesetzten) Seiten her auf den oberen Theil der Pendelstange an- und dadurch die Stange hinauf-ziehend wirkender Körpermassen in der Radlinie und dadurch tautochronisch, d. i. durch alle denkbaren, größeren und kleineren Bögen hindurch in gleich großen Zeitdauern schwingen machte; desgleichen, indem sie die Zähne an den Rädern der Radlinie entsprechend formte und diese Linie auf die senkrechte Bewegung der Kolbenstangen in Anwendung brachte. Manche geometrische Größenbestimmungen ergeben sich dem Denkenden ohne vorangegangene Bemessungen; andere dagegen, und diese gehören der Mehrheit an, lassen sich mit zweifelloser Gewißheit nur auf dem Wege streng mathematischer Untersuchung finden, und sind häufig eines entsprechend strengen physischen Erweises so gut wie unfähig. So bedarf es z. B. für keinen Denker eines mathematischen Beweises, daß einander gegenüber liegende, gleichlaufend gerichtete gerade Linien eines Parallelogramms (S. 610, 612) gleich lang, so wie: daß die drei Winkel eines Dreiecks (a. a. O.) zusammen 2 rechten Winkeln gleichkommen, aber nur (wenn gleich im hohen Grade) annähernd lassen sich die Gesetze des sog. einfachen oder mathematischen Pendels, mit erforderlicher Schärfe am physischen Pendel erweisen, das schwingend, abgesehen vom Einfluß der Reibung und des während des Versuches sich ändernden Grades der Fühlwärme, einen andern Verlust erleidet in ruhender, als in bewegter, nach Maaß-

*) Die zu dem zuvor erwähnten letzten Steinregen gehörigen Meteorolithen fielen in nicht unbeträchtlichen Fernen zerstreut, während die zugehörige schief abwärts ziehende Feuerkugel vor dem Falle an verschiedenen Orten Schlesiens (in Reichenbach und dessen Umgegend ꝛc.) gesehen wurde. Sie bewegte sich ohne Zweifel in parabolischer Richtung bis zu jener Tiefen-Luftschicht, wo die durch Zusammendruck der Luft erzeugte Wärme und Elektricitäts-Entwickelung die mit Donner-ähnlicher Verknallung eingetretene Zersprengung derselben zur Folge hatte. Die parabolischen Bögen, in welchen die einzelnen Sprengstücke derselben zur Erde gelangten, berührten außer Hauptmannsdorf bei Braunau (wo das erwähnte größte, 675 Unzen schwere Stück 3 Fuß tief in die Erde getrieben gefunden wurde), Ziegelschlag, wo ein 488 Unzen (30 ℔ 16 Loth) schweres Stück Meteoreisen durch ein herrschaftliches Gebäude in dessen Kinderstube fiel, jedoch ohne Eines der Anwesenden zu verletzen.

gabe der Strömungs-Richtung entweder der Verdichtung oder der Verdünnung, oder dem Wechsel beiderlei Dichtigkeits- und Massenverhältnissen unterliegender Luft, die, wenn sie nicht durchgängig von Glaswänden eingeschlossen ist, außerdem noch abwechselnde Aufschnellungen und Senkungen (aufwärts gerichteten warmen und abwärts sinkenden kälteren Strömungen unterworfen erscheint), und, obgleich sich mathematisch streng darthun läßt, daß, bei gleichgearteten Stoffen, die Gewichte einer vollen (nicht hohlen) Rundsäule, einer dergleichen Kugel und eines Kegels der Art, sich wie 3, 2 und 1 verhalten, wenn der Durchmesser der Kugel, *) so wie jener der Kegel-Grundfläche, dem Querdurchmesser der Walze, und deren Höhe der des Kegels gleicht, so lehrt dennoch der Versuch, daß die wirklichen Gewichtsverhältnisse sich den angegebenen nur mehr oder weniger stark nähern, sie aber nie vollkommen erreichen; schon: weil die Abkühlung der 3 Körper, bewirkt durch Wärme-Entstrahlung, oder die Anwärmung derselben, hervorgegangen durch Wärme-Zustrahlung, von der Größe der Oberfläche des Körpers abhängig ist. Fragt man dagegen bei der Natur an, in wiefern sie in ihren Erzeugnissen jenem entspricht, was in dieser Hinsicht mathematisch erschließbar ist, so findet man seine Erwartung stets übertroffen. Mathematisch steht z. B. fest, daß Hohlröhren, seyen sie metallen, oder gläsern, oder thönern, oder hölzern rc., sich stets weniger biegsam und weniger zerbrechlich zeigen, als volle, undurchbohrte Walzen gleichen Stoffes und gleicher räumlicher Ausdehnungsverhältnisse und ebenso auch: daß mit ihrer Weite ihre Unbiegsamkeit und Festigkeit wächst. Auch macht man von diesen mathematisch-physikalischen Grundverhältnissen häufig Gebrauch, aber Vollkommenstes der Art bieten dar „die zum Tragen bestimmten Knochen" der Menschen und Thiere, die zum Fluge dienenden Federn der Vögel, **) die Stengel der Gräser (z. B. jene des sturmbewegten, wogenden Getreides). Am wenigsten gehindert durch „Widerstand des Mittels" und am mindesten abgeändert durch fremde Einwirkungen, daher in möglichst reiner Form treten die mathematisch begründeten Lehrsätze der Bewegung, der ausgleichenden Entgegnung oder des Gleichgewichts und jene der in die Ferne wirkenden Anziehung hervor

*) Und mithin: der Hohlcylinder, als mathematischer Körper gedacht, die von ihm eingeschlossene Kugel, und ebenso auch die Grundfläche des von ihm eingeschlossenen Conus berühren würde. Ueber Rundsäulen (Cylinder), Kegel und Kugel vergl. a. a. O. Desgleichen über Ellipse, Parabel und Hyperbel und S. 616, 619.

**) Bei den Vögeln setzen die hohlen Knochen außerdem noch, während des Fluges, dadurch dem (mit der Schnelle desselben wachsenden) Druck der Außenluft größeren Widerstand entgegen, weil ihren Knochenhöhlungen mittelst besonderer Luftgefäße Luft zugeführt und mithin in dieser Zeit die von ihren Knochen eingeschlossene Luft verdichtet wird. Den Sangvögeln dienen die hohlen Knochen daneben noch zur Verstärkung des Mitklingens (der Resonanz).

in der Astronomie; in dieser ältesten aller Wissenschaften, *) in der die Sprache der Mathematik zur Natur-Sprache geworden, deren Abänderung nicht versucht werden kann, ohne für die geistige Anschauung zu verkümmern oder aufzuheben, was durch vergleichende leibliche Beschauung erweisbar hervortritt. Ein Beispiel solchen mathematisch-natursprachlichen Ausdrucks gewähren die drei Gesetze, insbesondere das dritte des Vaters der physischen (physikalischen) Astronomie:

1) die Bahnen der Planeten bilden Ellipsen, in deren einem Brennpunkt die Sonne sich befindet;
2) der führende Halbmesser (Radius vector, S. 119 Anm.) durchstreift in gleichen Zeiten gleiche Flächenräume, oder: die vom Radius vector beschriebenen Flächenräume verhalten sich wie die Zeiten; und
3) bei je zwei zu vergleichenden Planeten verhalten sich die Quadratzahlen (zweiten Potenzen; S. 620) der (tropischen; S. 279) Umlaufszeiten der Planeten wie die Cubikzahlen (dritten Potenzen; a. a. O.) ihrer mittleren (Sonnen-) Abstände; vergl. S. 29, 292, 297 ff.

Die große Axe der Erdbahn-Ellipse beträgt 41,332,000 geogr. Meilen; die beiden Brennpunkte derselben fernen noch kein 1/40 jener Axenlänge von einander. Vergl. S. 100 Anm. Ueber die verschiedene, beim kleinsten Sonnen-Abstande größte Geschwindigkeit der axendrehend die Sonne umschwingenden Erde, s. S. 99 Anm., 100 Anm. u. S. 243. Kepler entdeckte das dritte seiner Gesetze im Jahre 1618, nachdem er 17 Jahre lang darnach geforscht (S. 287 ff.); zur Erläuterung desselben folgendes Beispiel: das Verhältniß der mittleren Abstände der Erde und des Jupiter's ist 1 : 5,2; die Umlaufszeit der Erde gleich 1 gesetzt, ist jene des Jupiter's gleich 11 6/7. Setzt man nun, die Brüche vernachläßigend, statt 11 6/12 die Zahl 12, so ist die Quadratzahl von 1 : 12 = 1 : 144 und, die mittleren Abstände = 1 : 5 angenommen, sind die Würfelzahlen 1 : 125; nimmt man dagegen die wirklichen ganzen Zahlen, sammt Brüchen, so erhält man 1 : 140,591 und 1 : 140,68; vergl. S. 641. **) — Ueber jene Ansicht des Verf.'s dieses

*) Wie die Tonkunst die älteste der Kunst-Arten oder Kunst-Formen. — Nur der Mensch, kein Thier schauet zum Himmel hinauf, und darf man darum hinzufügen: nur der Mensch kann sich der Erde und des Himmels freuen.

**) Kepler, geboren 1571 zu Magstadt bei Weil, durch seine 3 Gesetze Begründer der sog. physischen Astronomie (S. 29 Anm., 292 Anm., 297 ff.), erhielt durch Kaiser Rudolph II. zwar zu Prag eine Professur, aber ohne Gehalt, und dann, durch Noth getrieben sich an Wallenstein wendend, zunächst die Stelle eines Kaiserl. Astrologen, dann eine Professur zu Rostock, aber ebenfalls ohne Besoldung. In größter Noth wanderte er dann nach Regensburg zum Reichstage, diesen um Hülfe flehend; allein vergeblich. Von Anstrengungen und Entbehrungen der Reise entkräftet und dem Verhungern preisgegeben, unterlag er zu Regensburg 1631. Erst mehr denn hundert Jahre nach seinem Tode fand man,

Hdbs, welcher zufolge die Sternschnuppen und Feuerkugeln zwar Kometen sind, von denen die ersteren in ungezählten Mengen mitsammen, in Form eines gegliederten Ringes (oder einiger Ringe) die Sonne umschwingen, der jährlich 2mal von der Erde durchschnitten wird (den 10. August und 12—13. Novbr.), jedoch dadurch von einander abweichen, daß die Feuerkugeln-Kometen die Erde theils in lang gezogenen Ellipsen umschwingen, theils in parabolischen Bahnen, verkehrtläufig, in den Erdumschwung und die Erdanziehung gerathend, zur Erde herabfallen (während wahrscheinlich Aehnliches auch bei Mars, Venus und Mercur der Fall ist), vergl. m. Hdb. der Meteorol. II. 2. Abth. S. 515. Muthmaaßlich sind die 3 Ringe des Saturn,*) die (annoch fraglichen, sich unter einander senkrecht schneidenden) des Uranus und jener wahrscheinlich ebenfalls mehr als einfache des Neptun ebenfalls ursprünglich aus einzelnen kleinen Kometen hervorgegangen. Wie das Schweiflicht der größeren einzelnen oder sog. Haupt-Kometen sich verhält, wenn es (mittelst eines Prisma) gleichzeitig der Brechung und excentrischen Auseinanderstrahlung unterworfen, zur Darstellung eines sog. Spectrums (S. 96 Anm.) verwendet wird, ob und welche Querlinien sich in diesem zeigen? — Läßt man nämlich mittelst eines außen angebrachten Metallspiegels [oder besser: mittelst eines Heliostats**)], bei vollkommen klarem Himmel, durch eine enge Spalte in ein außerdem vollkommen lichtdichtes Zimmer Sonnenlicht wagrecht einstrahlen, fängt dann solchen Strahl mittelst eines zuvor senkrecht gestellten, von der Spalte wenigstens 20 Fuß fernenden, vollkommen reinen Glasprisma's auf, hinter dem man, demselben ganz nahe, ein gutes achromatisches Fernrohr, der Richtung des einfallenden Lichtes entsprechend, aufgestellt hatte, so gewahrt man in dem prismatischen Farbenbilde (oder Farben-Spectrum;

---

auf dem Rathhause zu Regensburg, das Verzeichniß seines Nachlasses, der bestanden hatte aus schlechter Bekleidung, einigen Kupfermünzen und seinem unsterblichen Werke über den Planeten Mars, den Träger seiner wichtigsten Entdeckungen.

*) In deren gemeinschaftlichem Mittelpunkt der Saturn nicht, sondern zwar innerhalb des innersten Ringes, aber westlich von dessen Mittelpunkt um seine eigene Axe schwingt; wie Solches Schwabe in seiner den 17. Dec. 1827 zu Dessau vollzogenen Beobachtung fand und sich bestätigen sah.

**) Der Heliostat besteht aus einem ebenen metallischen Spiegel, der durch ein der Sonnenzeit (oder vielmehr der scheinbaren Sonnen-Bewegung) angepaßtes Uhrwerk so bewegt wird, daß er die Sonnenstrahlen stets unter demselben Winkel und so auffängt, daß er sie immer in derselben Richtung reflectirt, mithin bei (mit dem Sonnenlichte anzustellenden) Versuchen jene große Unbequemlichkeit vermeiden macht, welche durch die scheinbare Bewegung der Sonne hinsichtlich der Verschiebung des Sonnenbildes (z. B. des prism. Spectrums im finsteren Zimmer) bewirkt wird. Er wurde von Gravesande erfunden und zunächst von Charles (Heliometer) verbessert, dann von Gauß (dessen zu Vermessungen benutzter Heliotrop).

a. a. O.) gegen 700 dunkle, gerade Querstreifen, die, wie man auch den Versuch abändert, gegenseitig stets in derselben Lage beharren und derselben prismatischen Farbe verbleiben, worin sie beim ersten Versuche der Art erblickt wurden. *) Dieselben Querstreifen, welche das Sonnenlicht gewährt, zeigt auch, jedoch weniger leicht von einander unterscheidbar, das Licht der Venus. Das Licht des Sirius, in gleicher Weise aufgefangen 2c., ergab, in Fraunhofer's hieher gehörigen Versuchen 3 breite, den Querstreifen des Sonnenlichts unähnliche Streifen, und minder deutlich zeigten auch die prismatischen Farbenbilder anderer Fixsterne eigenthümliche, weder denen des Sonnenlichts, noch jenen des Sirius gleichende Querstreifen. **) Daß die dunkelen Streifen durch Lichtwellen-Dämpfung, ***) die hellen dagegen durch Lichtwellen-Verstärkung hervorgehen, wurde dem Verf. dieses Hdbs wahrscheinlich. †) Fraunhofer benutzte die dunkelen Querstreifen — da sie in gleicher Anzahl und, im Verhältniß zur Ausdehnung des künstlich verlängerten Farbenbildes, in gleichmäßigen Abständen stets an derselben Stelle bemerkbar werden — zur

*) Wollaston bemerkte (1809) zuerst im prism. Farbenbilde des Sonnenlichts, und zwar zu beiden Seiten der Grenze zwischen Grün und Hellblau, dunkle Querstreifen, fand aber auch zugleich: daß die Hauptfarben des dem bläulichen elektrischen Funken entstammenden prism. Farbenbildes, so wie jene des Kerzenlichts „nicht an einander hängen", sondern durch kleine unfarbige Zwischenräume getrennt sind; Gilbert's Ann. XXXI. 415, 423. Fraunhofer stellte seine hieher gehörigen Untersuchungen im Jahre 1814 an (a. a. O. LVI. 264—313); die von ihm im Sonnenlicht-Spectrum wahrgenommenen 600 bis 700 dunklen Querstreifen, wichen hinsichtlich ihrer Dunkelheit zum Theil von einander ab, indem einige weniger dunkel erschienen, als die übrigen. Das Licht elektrischer Funken gewährte mehrere zum Theil sehr helle Querstreifen (was darauf hinweiset: daß das Sonnenlicht weder elektrisches, noch — wie weiterhin sich ergiebt — Verbrennunglicht ist), von denen einer, das Grün durchsetzend, an Leuchtstärke alle übrigen Theile des Farbenbildes übertraf, während das Lampenlicht unter anderen Querstreifen auch einen röthlichgelben hellen darbot, der aus 2 sehr feinen hellen Linien bestand, und ebenso zeigte auch das Farbenbild des vom brennenden Alkohol, so wie des vom brennenden Hydrogengas entwickelten Lichtes jene helle Linie; beim Farbenbilde des aus brennendem Schwefel entwickelten Lichtes war ein dergleichen heller Doppelstreifen kaum bemerkbar.

**) M. Hdb. d. Meteorolog. I. 21. II. 1. Abth. 73, 77 ff., 162 u. 394.

***) Wo der Wellenberg einer Welle mit dem Wellenthal einer andern Welle in denselben Raum zusammentrifft, erfolgt Aufhebung der Wellenbewegung (beim Schall Bildung eines Schwingungsknotens; beim Licht Bildung eines schwarzen Punktes; Fortbildung der Schwingungsknoten-Bildungen giebt Linien der Klangfiguren; Fortbildung der schwarzen Punkte: schwarze Striche).

†) Wo der Berg einer Welle mit dem Berge, und damit auch: wo das Thal einer Welle mit dem Thale einer anderen Welle örtlich zusammentrifft, entsteht Verstärkung des (Schalles oder des) Lichtes (je nachdem es Schall- oder Licht-Wellen waren, die den zugehörigen Schall- oder Licht-Strahl gebildet hatten). Mehr hierüber s. w. u. bei Interferenz des Lichtes; vergl. m. Grundz. II. 257.

Bemessung und Berechnung der Längen der Farblicht-Wellen (Gilbert's Ann. LVI. 283), und fand solchen Weges, daß dieselben sich durch folgende Decimalbruchtheile eines Pariser Zolles ausdrücken lassen; für:

Roth	durch	0,00002422	Hellblau	0,00001794
Rothgelb	—	0,....2175	Indigblau	0,....1587
Grün	—	0,....1945	Violett	0,....1464

Drehte F. das vor dem Theodolith-Fernrohr wagerecht liegende Prisma, so daß der Einfallswinkel größer oder kleiner wurde, so verschwanden die Querstreifen, wurden jedoch wiederum sichtbar, wenn man bei vergrößertem Einfallswinkel das Fernrohr beträchtlich verkürzte, oder, wenn man, bei Verminderung des Einfallswinkels, das Ocular des Rohrs beträchtlich herauszog. F. bediente sich übrigens zu diesen und verwandten Versuchen über Farblicht des von ihm erfundenen Farbenspecters, d. i. eine Zusammenfassung eines Flintglas- und eines Crownglas-Prisma's (s. w. u. Bem. 5) so gestaltet, daß man sie vor das Objectiv des Fernrohrs zu festigen vermag; außerdem gehörte zu diesen Versuchen ein kleines Prisma, dem man vor dem Ocular eine feste Stellung zu geben vermochte; eine cylindrisch geschliffene Linse, um das Spectrum des Mondes, der Sterne ꝛc. mehr oder weniger ausdehnen zu können; eine Spalte mit der Einrichtung zum parallelen und schiefen Oeffnen derselben; mehrere Blenden mit verschiedenen Oeffnungen, Drahtgitter, Goldblattgitter, feingeritzte Glasplatten ꝛc. *) So bietet denn also das Prisma ein Mittel dar, die Verschiedenheiten des Lichts der leuchtenden Körper zu entdecken; Entdeckungen, die in den Stand setzen, auf die Verschiedenheiten der Körper selbst schließen zu können. Fände sich z. B., daß Sternschnuppen-Licht (was freilich, durch sein schnelles Vorübergehen, der prismatischen Beobachtung große Schwierigkeiten entgegensetzen würde) und Licht der Kometen gleiche Querstreifen darböte, so würde man um so mehr Grund haben, zu folgern, daß erstere Kometen seyen. Und ergäbe sich solchen Weges, daß jene Doppelsterne, welche Ergänzungsfarblicht (z. B. der eine Stern rothes, der andere grünes) entstrahlen, hinsichtlich ihrer prismatischen Querstreifen dem Licht der Sonne und dem des muthmaaßlich dieser zugehörigen Fixsterns (oben S. 300 u. 1405) ähnlich sind, so wäre damit ein Grund mehr für die Vermuthung gegeben, daß unsere Sonne mit einem andern Stern einen Doppelstern, oder mit zwei anderen Fixsternen einen Gedrittstern bildet. Sonst folgerte man aus

*) Eine vollständige Einrichtung der Art (die zugleich ein vollständiges Heliometer darstellt), kostete im damaligen Fraunhofer-Utzschneider'schen optischen Institut, ohne Crownglas- ꝛc. Prisma, 50 bis 80 Flor., mit demselben, so wie mit einem, mit Diopter versehenen achromatischen Fernrohr und einfachem Heliostat 200 Fl.

der Leuchtungs-Stärke des Sirius, *) daß er zu den Fixsternen des Milchstraßen-Bereichs, dem auch unsere Sonne angehört, sich verhalte, wie diese zu den übrigen Weltkörpern ihres Systems, d. h. daß der Schwerpunkt desselben Schwerpunkt für alle sichtbaren Sterne, und, nach einigen Sternforschern, es nicht nur für diese sey, sondern für alle jene, welche entfernte Milchstraßen bildend, in Form angeblich unauflöslicher (durch teleskopische Beschauung sich nicht in Einzelnsterne auflösender, sondern nur ihrem Gesammtlichte nach in den fernsten, muthmaaßlich gegen 500 Sirius-Weiten entfernten Theil unserer Milchstraße hineinschimmernder) Nebelflecken **) dem in dieser Hinsicht stark bewaffneten Auge sich darbieten. Eine Stellung der Art würde ihn, wäre sie erwiesen, als Centralsonne anzuerkennen nöthigen. Andere hielten dafür, daß diese im Sternbilde der Leyer (Lyra) und zwar in der Wega (einem Stern erster Größe), nach Herschel d. V., daß sie im Hercules (im Stern λ desselben) zu suchen stehe; soviel ist gewiß, daß sich nahe in der Mitte dieses Sternbildes große Sternanhäufungen vorfinden, und wie man es früher nicht nur für möglich, sondern für wirklich erachtete: daß unsere Sonne (ihrer Axendrehung ungeachtet) sich nicht im Raume fortbewege, sondern ruhe (was, Alles erwogen, für keinen Weltkörper denkbar ist), so hielt man auch dafür, daß der Sirius eine ruhende Sonne sey, deren Massengröße die aller übrigen Weltkörper überbiete, und daher alle diese übrigen zwinge, sie zu umschwingen. Nun fand aber Argelander, daß der Sirius sich sehr merklich im Weltenraume fortschreitend bewegt — was der Verf. dieses Hdbs für eine Bestätigung seiner Vermuthung nahm: daß unsere Sonne einem Doppelt- oder vielmehr Gedrittstern als Gegensonne angehöre; und zwar um so mehr, da Bessel's spätere Beobachtungen ergaben: daß diese Sirius-Bewegungen sich auf

*) Sirius glänzt jetzt mit weißem Licht; die Alten zählten ihn zu den rothen Fixsternen, ihn in dieser Hinsicht zugesellend dem Arctur, Aldebaran, Pollux, Antares und α des Orion, die auch jetzt noch röthliches Licht entstrahlen. Grüne und blaue einfache Sterne sah man jetzt nicht, wohl aber Doppelsterne, von denen der eine (größere, oder — der uns nähere?) weiß, mitunter auch gelb, seltener roth leuchtet, während der andere (als der Satellit des ersteren betrachtete) meistens blaues oder grünes Licht entwickelt; in Fällen, wo der größere Stern weiß leuchtet, kann das Farblicht des sog. Satelliten kein (im Auge des Beschauers entstandenes) Ergänzungslicht seyn. Selten ist der den großen weißen Stern begleitende kleinere gelb oder roth, oder sind beide blau; mitunter der große orange, der kleine entsprechend bläulich grün. Man hat bis jetzt schon gegen 7000 Doppelsterne beobachtet, jedoch sind zu unterscheiden wahre oder Gezweitsterne (auch drei-, oder vier- und mehrfache sind nicht selten) und scheinbare oder optische, die, wenn sie hinter einander stehen, oder einander decken, häufig als einfache erachtet wurden, dann aber, wenn dieses Sich-decken aufhörte (in Folge der Bewegungen des einen oder des anderen oder beider Sterne), Doppelsterne zu seyn schienen. In Orion's Nebelfleck entdeckte man jüngst einen Stern.

**) Vgl. m. Meteorologie I. 2te Abth. S. 57 und S. 65, 158, 170, 533.

einem dem Sirius ziemlich nahen (uns aber unsichtbaren) Weltkörper bezögen — und daß, was auch anderweite hieher gehörige Untersuchungen darthaten, überhaupt eine Weltkörpermasse von einer Größe: hinreichend, in so großen Fernen auf den Sirius bewegend zu wirken, nicht zu finden sey (während mehrere mit und hinter einander wirkende Sonnen allerdings Bewegungen der Art zu bewirken im Stande seyn dürften). Mädler (Prof. der Astronomie zu Dorpat) hat neuerlich, in seiner Schrift: Die Centralsonne (Dorpat 1846. 4.), darzuthun gesucht, daß die Gruppe der Plejaden *) zu betrachten sey: als die Centralgruppe des gesammten Fixsternsystems, bis in seine äußersten, durch die Milchstraße bezeichneten Grenzen hin, und daß der Stern Alcyone dieser Gruppe erachtet werden dürfe: als die eigentliche Centralsonne. Die Entfernung derselben von uns berechnet M. auf 34 Millionen Sonnenweiten, und die Umlaufszeit unserer Sonne um Alcyone auf 18,200,000 Jahre. Diese Berechnungs-Ergebnisse zum Grunde gelegt, giebt die Summe aller Massen (M), welche innerhalb einer mit dem Radius vector des Sonnensystems um Alcyone beschriebenen Kugel stehen, als das 117,400,000fache der Sonnenmasse; das Licht der Alcyone fordert, um unsere Erde zu erreichen, 537 Jahre. Unser Sonnensystem bewegt sich hienach, auf der bezeichneten Bahn, in einer Secunde 8 geogr. Meilen hindurch (in einem Jahr beiläufig 252,460,800 Meilen). Die Fixsterne umschlingen die Centralsonne in Form verschiedener einander folgender Ringe; unsere Sonne gehört zu einem der dem Centralkörper näheren Ringe.

d) Hinsichtlich der zu Vorhergehendem erforderlichen Erläuterungen aus der Astronomie, zumal der sog. physischen, vergl. S. 21, 26, 153 ff., 233—251 Anm., 268 Anm., 277—301. Dreierlei Täuschungen sind es vorzüglich, welche astronomische Beobachtungen begleiten und von

---

*) Am Rücken des zum Thierkreise gehörigen Sternbildes, genannt Stier (Taurus), eines der schönsten und Sterne-reichsten am ganzen uns sichtbaren Himmel, sieht man eine Gruppe kleiner Sterne, meistens 5ter bis 6ter Größe (von denen ein gutes Auge unbewaffnet 6 unterscheidet), die im gemeinen Leben Gluckhenne, wissenschaftlich aber die Plejaden oder das Siebengestirn genannt wird; letztere Benennung ertheilte man dieser Gruppe, weil man ehedem wirklich 7 Sterne mit bloßem Auge gesehen haben will; einer derselben (ein Komet?) sey dann mit fliegenden Haaren davon gegangen. Der hellste dieser Sterne ist Alcyone, ein Stern dritter Größe. — Beobachtet man den Stier ohngefähr im Mittagskreise des Beschauungsortes, so hat er die Stellung, als ob er sich aus den Wolken zu dem südöstlichen Horizont hinabstürzen wollte. Unter seinen Sternen erster Größe tritt mit besonderem Glanze hervor der Aldebaran oder Palilicium. Am linken Auge sieht man ihn, mit noch vier anderen Sternen dritter Größe, die Figur eines schrägen V bilden und so eine Sterngruppe darstellen, welcher man die Benennung Regengestirn oder Hyaden ertheilt hat. Am südlichen Horn des Stiers befindet sich ein Nebelfleck und etwas weiter ostwärts war es, wo Herschel (der Vater der jetzt lebenden Astron.) den Uranus entdeckte.

denen die Ergebnisse solcher Beobachtungen befreiet werden müssen, wenn sie wissenschaftlich brauchbar seyn sollen: die astronomische Strahlenbrechung (S. 236 Anm. ff. u. 241 Anm.), die von Bradley (S. 243 u. 249 Anm.) entdeckte sog. Abirrung oder Aberration des Lichtes und die Nebensicht oder Parallaxe; vergl. m. Grundz. II. 115 ff. Die durch Olof Römer's Scharfsinn 1675 nachgewiesene Geschwindigkeit des Lichtes (S. 100 Anm.), die es, genauer als a. a. O. bestimmt, den Durchmesser der Erdbahn (= 41,316,000) in 16 Minut. 26 Sec. durchstrahlen läßt, wurde durch James Bradley's 1725 und im Dec. 1728 durch die von ihm der K. Societät zu London berichtlich mitgetheilte Entdeckung der Aberratio lucis bestätigt. Es besteht diese sog. Abirrung in einer eigenen Veränderung des scheinbaren Ortes aller (zumal der außerhalb der Ekliptik befindlichen) Fixsterne; eine Folge der Geschwindigkeit des Lichtes und der die Sonne umschwingenden Erde, wodurch alle Fixsterne etwas weiter auf jene Seite hin vorrücken, nach welcher die Erde in ihrem jährlichen Sonnen-Umlauf forteilet. Die Stellen, die hiebei von den Fixsternen nach und nach in Jahresfrist eingenommen werden, bilden eine kleine Ellipse, von welcher der wahre Ort der Mittelpunkt, und die halbe große Axe ein 20″ betragender Bogen jenes größten Kreises ist, welchen der Breitenkreis des Sterns senkrecht schneidet; je näher der Stern den Polen der Ekliptik steht, je mehr geöffnet erscheint die Ellipse, und in den Polen selbst geht sie in einen kleinen Kreis von 20″ im Halbmesser über. Multiplicirt man jenen Bogen von 20″ mit dem Sinus der Breite des Sterns, so erhält man die jedesmalige halbe kleine Axe der Ellipse. Stehen hingegen die Sterne in der Ekliptik, so wird die kleine Axe = 0, und die Ortsverrückung solcher Sterne besteht dann nur in einem der Länge nach um 20″ vor sich gehenden Hin- und Herrücken vom wahren Ort. Culminirt solcher Stern um Mitternacht, so erreicht er damit die größte östliche Aberration und seine Länge (S. 249 Anm. ff.) ist dann um 20″ vermehrt; tritt er dagegen Mittags mit der Sonne in den Meridian des Beobachtungsortes, so ist sie westlich und seine Länge dadurch um 20″ gemindert. Erfolgt die Culmination Abends oder Morgens: früh um 6 Uhr, so wird die Abirrung = 0, und man sieht dann den Stern an seinem wahren Orte (weil hier die Lichtbahn mit dem dann von der Erde durcheilten Erdbahn-Theil keinen Winkel einschließt, sondern mit demselben zusammenfällt). Hat der Stern eine „nördliche" Breite und culminirt er um 6 Uhr früh, so erscheint er im südlichsten Punkte seiner Ellipse; erfolgte die Culmination zur selbigen Zeit in seiner „südlichen" Breite (a. a. O.), so sieht man ihn im nördlichsten Punkte; tritt er dagegen Abends 6 Uhr als Stern von nördlicher Breite in den Meridian, so findet man ihn im nördlichsten Punkte seiner Ellipse, und ebenso, wenn er als Stern von südlicher

Breite eintritt, im südlichsten. Die Aberration gewinnt in diesen Fällen in der Breite am meisten, während sie in der Länge = 0 wird; culminirt er dagegen Mittags oder Mitternachts, so zeigt er umgekehrt die größte Aberration in der Länge und gar keine in der Breite. — Unter Parallaxe (S. 292) versteht man jenen Unterschied beider Winkel, unter welchen man einen Punkt aus beiden Endpunkten in gerader Linie sieht, oder den Winkel, unter dem man in jenem Punkte diese gerade Linie sehend verfolgen würde. Gemeinhin wird für diese Linie jener Halbmesser der Erde angenommen, in welchem der Beobachter steht, da dann eines Sternes horizontale tägliche Parallaxe (S. 292) am größten erscheint, wenn derselbe in des Beobachters Horizont tritt; weil dann jener Erdhalbmesser auf des Beobachters nach dem Stern hin gerichtete Sehlinie senkrecht fällt. Je höher der Stern am Himmel erscheint, um so kleiner wird dessen Höhenparallaxe, und erreicht er den Zenith des Beobachters, so ist sie = 0; denn dann würde jener Erdhalbmesser einem von dem Sterne aus ihn suchenden Auge nur als ein Punkt erscheinen. Aber nicht nur auf die Höhe, sondern auch auf die Länge, Breite u. s. w. übt die Parallaxe ihren Einfluß, und daß sie verschwindend klein und endlich = 0 wird, wenn die Entfernung des Sternes so wächst, daß sie einer unmeßbar großen gleicht, ergiebt sich schon aus S. 26. Schon für die, über 20 Millionen von der Erde fernende Sonne, erscheint der nur $859\frac{1}{2}$ Meile betragende Erdhalbmesser so wenig groß, daß die Horizontalparallaxe der Sonne nur $8\frac{3}{5}$ Secunden Größe hat; für die Fixsterne hat man daher nicht den für diese verschwindend kleinen Erdhalbmesser, sondern den aus solchem Sterne gesehenen Halbmesser der Erdbahn in berechnende Beobachtung genommen, um zu ermitteln: ob denn dieser, gesehen aus dem Fixsterne, nicht noch einen merklichen Erscheinungs-Winkel (genannt die jährliche Parallaxe) darbietet? Aber auch diese jährliche Parallaxe*) war für die zur Zeit bekannten hieher gehörigen Meßinstrumente unmeßbar klein. — Gleich der Abirrung des Lichtes hat auch das Schwanken der Erdaxe oder die Nutation (S. 268 Anm.) kleine wechseldauerliche (periodische) Ungleichheiten hinsichtlich des Ortes der Sterne und besonders auch: in Absicht auf Vorrücken der Nachtgleichen

---

*) Oder den fraglichen Winkel, den eine von der Erde und eine andere von der Sonne aus zu dem Stern gerichtete gerade Linie mit einander machen. Der Däne Horrebow glaubt sie aus Römer's und eigenen Beobachtungen auf 30″ bestimmen und daraus die Copernicanische Weltordnung vertheidigen zu können (dessen: Copernicus triumphans. Hafniae 1727); aber weder diese noch Anderer spätere Versuche bestätigten sich, und auch Herschel d. ä. bemühete sich, die Doppelsterne zu Hülfe nehmend, vergeblich. Wäre mithin die Sonne so groß, daß ihr Halbmesser die Erde erreichte, so würde sie dennoch, von einem Fixsterne aus betrachtet, nur als sog. Punkt erscheinen.

und Schiefe der Ekliptik im Gefolge; S. 242 Anm. u. a. a. O. Ersteres wird auch kurzhin die Präcession (von Praecessio aequinoctiorum) und die Zurückweichung genannt (weil das ostwestliche Fortrücken der Durchschnittspunkte von Ekliptik und Aequator gegen die Ordnung der Thierkreis-Zeichen — S. 242 Anm. — statthat); indessen wird die gemeine 24stündige Scheinbewegung des ganzen Himmels auch als ein Fortwärtsschreiten oder Vorrücken aufgefaßt, weil es ebenfalls von Osten nach Westen vor sich geht; weßhalb denn auch die erstere, ältere Benennung geblieben ist. Wäre übrigens die jährliche Präcession eine stets gleiche, als solche 0⁰,013947 betragende, so würden die Pole des Aequators ihren ganzen Umlauf um die Pole der Ekliptik in 25,812 Jahren vollenden, und das sog. Platonische Jahr oder große Weltjahr wäre dann ein fester, diese Dauer in sich fassender Zeitabschnitt; allein die Größe der Präcession ist noch näher zu bestimmenden Veränderungen unterworfen, mithin die Größe des genannten Jahres mit Sicherheit nicht auf so weit hinaus gehende Zeiten zu berechnen. Beachtenswerth ist indessen das Verhältniß der Indischen Weltzeitrechnung zu dem Plat. Jahr; vergl. m. Experimentalphysik 2te Aufl. I. 263, 451 u. m. Hdb. d. Meteorol. II. 2. S. 7 u. 64. „Dem Bewohner Europens bleibt der prachtvollere Theil des südlichen Himmels, der den Centaur, das Schiff Argo und das südliche Kreuz einschließt, ewig verborgen. Unter dem Aequator allein genießt man des einzig schönen Anblicks, zugleich alle Gestirne des südlichen und nördlichen Himmels zu sehen. Einige unserer nördlichen Sternbilder erscheinen, von dort aus betrachtet, wegen ihres niedrigen Standes, von wunderbarer, fast furchtbarer Größe, z. B. der große und kleine Bär. So wie der Tropenbewohner alle Sterne sieht, so hat ihn auch die Natur mit Repräsentanten aller Pflanzenformen umgeben." A. v. Humboldt in dessen: Ansichten der Natur mit wissenschaftlichen Erläuterungen. Tübingen 1808. 12. I. S. 277—278. (Diese Schrift bildet gewissermaaßen einen Vorläufer von A. v. H.'s Kosmos: Stuttg. u. Tübingen 1845. gr. 8. I.)

e) Für die Einzelngestaltung ist nothwendig von entscheidendem Einfluß, sey es für die des Weltkörpers selbst, sey es für jene seiner ihn zusammensetzenden ungleich gearteten anorganischen, starren wie flüssigen Massen, oder seiner ihn bewohnenden, der Selbstbethätigung fähigen Eigenwesen: die Größe seiner Schwere, muthmaaßlich auch seines Magnetismus und seiner Eigenwärme; letztere beide sind selbst hinsichtlich der Erde als Gesammtmasse noch nicht bestimmt, dagegen ist erstere, ausgedrückt durch die auf der Sonne, den Planeten (Neptun ausgenommen; S. 1613 u. 1620), Asteroiden oder Planetoiden (mit Ausnahme der beiden ohnlängst entdeckten; S. 1614) und denen Monden oder Trabanten waltende Schwere in nachstehenden Uebersichten vergleichend zusammengestellt; zugleich ist dabei berücksichtigt

worden der genannten Weltkörper: Scheingröße (von der Sonne aus gesehene Größe), die der Erde gleich 1 gesetzt; desgleichen die Entfernung, sowohl von der Erde, als von der Sonne; der scheinbare größte und der wahre Durchmesser, die Größe der Masse, der Oberfläche (in geographischen Quadratmeilen) und des körperlichen Inhalts (in geogr. Cubikmeilen); die Eigendichte, die des Wassers und die der Erde = 1 angenommen; die Neigung gegen die Ekliptik, die Excentricität (Ausweichung) der Bahn, die Geschwindigkeit, sowohl beim Drehen um die eigene Axe, als beim Lauf um die Sonne (bei dem Monde: beim Lauf um die Erde; die mittlere Geschwindigkeit dieses Umlaufs ist der Geschwindigkeit des Mondes beim Drehen um die eigene Axe gleich; indem ein Mond oder Trabant seinen Planeten umschwingt, drehet er sich damit einmal um seine Axe), und die verhältliche Stärke der Beleuchtung und Erwärmung durch die Sonne. *)

---

*) Die Durchmesser-Größen sind in Längen-Graden, -Minuten und -Secunden ausgedrückt. — Der größte scheinbare Durchmesser unseres Mondes beträgt 33′ 37″. Die Abplattung kennt man jetzt nur bei der Erde mit ziemlich zweifelsfreier Bestimmtheit. Sonst nahm man an, daß sie fast $5^1/_7$ Meile betrüge. Andere berechneten das Verhältniß des Aequatorial-Durchmessers zur Länge der geogr. Erdaxe = 335 : 334. Bessel zufolge beträgt die Abplattung $^1/_{300,7047}$ des Aequator-Durchmessers. — Die Sonne ist nicht an den Polen, sondern 43° bis 45° von denselben (dem Aequator zu) entfernt abgeplattet; die Größe dieser Abplattung soll 0,052 betragen. Mercur ist wenig abgeplattet, von der Venus kennt man sie nicht; beim Mars schätzt man die Länge der Axe und des Aequatordurchmessers zu 15 und 16; beim Jupiter die Abplattung zu $^1/_{14}$; beim Saturn, den Aequator-Durchmesser zur Axe, wie 35 : 32; bei dem Uranus sehr beträchtlich, aber noch nicht bestimmt. — Sind die Sonnenflecken mehr oder weniger lange andauernde Wolken, so ist für die darunter befindlichen Oberflächen-Theile Beschattung, und wenn solche Wolken verschwinden und wiederkehren in regelmäßigen Wechseldauern, so ist für solche Oberflächen-Theile eine Art Jahreswechsel möglich. Bei den übrigen, um die eigene Axe schwingenden Weltkörpern des Sonnensystems ist der Jahreszeiten-Wechsel abhängig von dem Winkel, den die Axe des Weltkörpers mit seiner Bahn macht. Bei Mercur und Venus finden die Unterschiede der Tag- und Nacht-Längen und damit der Jahreszeiten in ähnlichen Dauerverhältnissen statt, wie auf der Erde, nur daß, zumal beim Mercur, die Jahreszeiten an sich weit kürzere Dauer haben, als auf der Erde; beim Mars ist der Unterschied minder beträchtlich, aber schon bei 60° Breite hat er Polareis. Bei dem Jupiter ist der Unterschied = 0, bei Saturn hingegen sehr beträchtlich und jede Jahreszeit von einer über 7 Erdjahre in sich fassenden Dauer. Beim Uranus hat größter Unterschied der Jahreszeiten statt. Den neuesten, durch v. Struve (mittelst des großen Fraunhofer'schen Refractors) bewirkten weiteren Beobachtung des Neptun zufolge, scheint dieser Planet ebenfalls von Monden umschwungen zu werden. Einen Trabanten hat v. St's Beobachtungs-Ausdauer (im November dieses Jahres) schon auffinden lassen. Ueber den Jahreszeiten-Wechsel unseres Mondes, so wie über die Scheingröße der (mit menschlichem Auge) vom Monde aus gesehenen Erde s. m. Hdb. d. Meteorol. 178 ff.

Zeichen der Weltkörper Namen derf.	☉ Sonne	☿ Mercur	♀ Venus	♁ Erde	♂ Mars	♃ Jupiter	♄ Saturn	♅ Uranus
1) Scheingröße	—	7	2	1	0,4444	0,371	0,0109	0,0027
2) Durchmesser								
α) scheinbarer	32′,36	12″	57″	180°	27″	40″	18″	4″
β) wahrer in geogr. Meilen	192,640	672	1694	1719	893	19,307	15,518	7472
3) Oberfläche in geogr. Quadratmeilen	116,582 Mill.	1,392,000	9,003,000	9,282,000	2,506,000	1169,406,000	755,555,000	175,151,000
4) Körperlicher Inhalt								
α) den der Erde = 1	1,407500	0,06	0,96	1	0,14	1414	735	82
β) in geogr. Cubikmeilen	3741 Bill. u. 577,397 Mill.	159 Mill. u. 544 Tauf.	2552 Mill. u. 707 Tauf.	2659 Mill. u. 73 Tauf.	372 Mill. u. 270 Tauf.	3 Bill. 759,924 Mill. u. 980 T.	1 Bill. 954,416 Mill. u. 450 T.	218,043 Mill. u. 740 Tauf.
5) Verhältniß des wahren Durchmessers und der Oberfläche zu denen der Erde								
α) wahrer Durchmesser	112,06	0,391	0,985	1	0,519	11,225	9,022	4,344
β) Oberfläche	12,560	0,15	0,97	1	0,27	126,0	81,4	18,9
6) Massen-Größe								
α) Erde = 1	354,9400	0,17	0,88	1	0,132	336,75	101,41	19,81
β) Sonne = 1	1	1/2025810	1/401847	1/354936	1/2680337	1/1050	1/3500	1/17918
7) Eigendichte								
α) Wasser = 1	1,38	6,16	5,07	5,55	5,21	1,31	0,75	1,33
β) die der Erde = 1	0,252	1,12	0,923	1	0,948	0,238	0,138	0,242
8) Schwere								
α) Fall gegen die Sonne in 1 Zeitsecunde, in Pariser Linien	(gegen die angebl. Centralsonne siehe S. 1623)	8,46	2,42	1,27	0,55	0,047	0,014	0,003
β) Fall-Beschleunigung, die der Erde = 1	28,01	1,15	0,91	1	0,50	2,69	1,26	1,05
γ) Fall der Körper zur Oberfläche des Weltkörpers, in der ersten Zeitsecunde, in Pariser Fuß	422,8	17,4	13,7	15,098	7,55	40,0	19,4	15,86

Zeichen der Weltkörper Namen ders.	☉ Sonne	☿ Mercur	♀ Venus	♁ Erde	♂ Mars	♃ Jupiter	♄ Saturn	♅ Uranus
9) Neigung gegen die Ekliptik	"	7° 0′ 5″,9	3° 23′ 28″,5	0	1° 51′ 6″,2	1° 18′ 51″,6	2° 29′ 35″,9	0° 46′ 28″
10) Excentricität								
α) in Erdhalbmessertheilen *)	"	0,0796	0,005	0,01679	0,1420	0,2508	0,5351	0,8939
β) in geogr. Meilen	"	1,645,000	103,000	347,000	2,935,000	5,183,000	11,058,000	18,473,000
11) Entfernung von d. Sonne in Mill. geogr. Meilen								
α) größte	"	9 u. 645 T.	15 u. 50 Taus.	21 u. 52 Taus.	34 u. 424 T.	112 u. 187 T.	208 u. 187 T.	414 u. 896 T.
β) kleinste	"	6 u. 355 T.	14 u. 845 T.	20 u. 359 T.	28 u. 554 T.	102 u. 338 T.	186 u. 71 T.	377 u. 950 T.
γ) mittlere	"	8	14 u. 947 T.	20 u. 705½	31 u. 489 T.	107 u. 521 T.	197 u. 129 T.	396 u. 423 T.
12) Entfernung von der Erde in Mill. geogr. Meilen	(Siehe d. Entfern. d. Erde von d. Sonne							
a) in der oberen Conjunction								
α) größte	"	30	35	"	54	130	223	424
β) kleinste	"	26	34	"	47	120	201	388
γ) mittlere	"	28	34½	"	50½	125	212	406
b) in der Opposition								
α) größte	"	14	6	"	14	90	183	385
β) kleinste	"	10	5	"	7	79	161	348
γ) mittlere	"	12	5½	"	10½	84½	172	366½
13) Geschwindigkeit in mittlerer Sonnenzeit								
a) der Axendrehung, in Tagen, Stunden (h) und Minuten	25 T. 12 h	1 T. 5′	23 h 21′	23 h 56′,1	1 T. 37′,3	9 h 55′,45	10 h 29′,3	?
b) des Aequators in 1 Zeitsec., in Paris. Fuß	6272	504	1430	1422	798	39100	33500	?

*) Die Säcular-Aenderung beträgt bei'm Mercur + 18″,4; bei der Venus + 7″,2; bei'm Mars — 1,3; bei'm Jupiter — 23,0 und bei'm Saturn — 15,0.

Zeichen der Weltkörper Namen ders.	☉ Sonne	☿ Mercur	♀ Venus	♁ Erde	♂ Mars	♃ Jupiter	♄ Saturn	♅ Uranus
c) des Umlaufs um die Sonne in Jahren, Tagen, Minuten u. Sec.	α) siderischer	87 T. 23 h 15′ 46″	224 T. 16 h 49′ 7″	365 T. 6 h 9′ 10″,7496	1 J. 321 T. 17 h 30′ 41″	11 J. 314 T. 20 h 2′ 7″	29 J. 166 T. 23 h 16′ 32″	84 J. 5 T. 14 h 41′ 36″
	β) tropischer, s. S	87 T. 23 h 14′ 35″	224 T. 16 h 41′ 25″	365 T. 5 h 48′ 47″,8091	1 J. 321 T. 16 h 18′ 47″	11 J. 312 T. 20 h 14′ 10″	29 J. 154 T. 16 h 30′ 10″	83 J. 271 T. 3 h 48′ 5″
14) Stärke des Sonnen-Lichts und der Sonnen-Wärme	"	6,67	1,91	1	0,43	0,037	0,041	0,003

Verhältnisse der Asteroiden. *)

			Vesta	Juno	Ceres	Pallas
1) Entfernung von der Sonne in Mill. geogr. Meilen	α) größte		53 u. 127 Taus.	69 u. 268 Taus.	61 u. 654 Taus.	71 u. 165 Taus.
	β) kleinste		44 " 479 "	41 " 68 "	52 " 872 "	43 " 431 "
	γ) mittlere		48 " 803 "	55 " 168 "	57 " 263 "	57 " 298 "
2) Entfernung von der Erde in Mill. geogr. Meilen	a) in der oberen Conjunction	α) größte	74	90	82	92
		β) kleinste	64	61	72	63
		γ) mittlere	69	75	77	77
	b) in der Opposition	α) größte	33	49	41	51
		β) kleinste	23	20	31	22
		γ) mittlere	28	34½	36	36½
3) Excentricität der Bahn in Erdbahn-Halbmessern			0,2092	0,6823	0,2125	0,6710
4) Neigung ders. gegen die Ekliptik			7° 7′ 37″,3	13° 2′ 10″,0	10° 36′ 55″,7	34° 35′ 49″,1
5) Umschwungszeit um die Sonne	a) siderische		3 J. 229 T. 17 h 38′	4 J. 132 T. 1 h 36′	4 J. 223 T. 17 h 38′	4 J. 225 T. 7 h 19′
	b) tropische		3 J. 229 T. 13 h 9′	4 J. 131 T. 19 h 8′	4 J. 223 T. 10 h 25′	4 J. 225 T. 0 h 4′
6) Verhältliche mittlere Secunden-Geschwindigkeit			2,7	2,6	2,5	2,5

*) Der Fall der folgenden sog. älteren 4 Asteroiden gegen die Sonne ist beiläufig, Seitens jedes einzelnen, 0,20 Pariser Linien, die scheinbaren Größen derselben sind, aus der Sonne gesehen und die der Erde = 1 gesetzt, nicht über 0,125. Die sehr kleine Vesta, die vielleicht ohne ihre starke dunstige Atmosphäre sich den Blicken der Astronomen gänzlich entzogen haben würde, erreicht kaum 0,115.

	Vesta	Juno	Ceres	Pallas
7) Oberflächen-Größe in geogr. Quadratmeilen	9282	278,000	371,000	650,000
8) Körperlicher Inhalt in geogr. Cubikmeilen	13,000	13,295,000	21,273,000	45,204,000
9) Massen-Größe, die der Erde = 1	0,000078	0,004078	0,007559	0,002815
10) Durchmesser a) in geogr. Meilen	59 ?	300 ?	340 ?	450 ? *)
b) den der Erde = 1 angenommen	0,035	0,18	0,20	0,26
11) Oberflächen-Größe, die der Erde = 1 gesetzt	0,00005	0,005	0,008	0,017
12) Größe des körperl. Inhalts, den der Erde = 1 vorausgesetzt	0,001	0,03	0,04	0,07

Hauptverhältnisse des Mondes. **)

Durchmesser			Oberfläche		Körperlicher Inhalt		Massen-Größe
scheinbarer, s. S. 299; hinsichtlich der übrigen Mond-Verhältnisse s. S. 236, 276—279, 288—298.	wahrer, jener der Erde = 1	wahrer in geogr. Meilen	die der Erde = 1	in geogr. Geviertmeilen	jener der Erde = 1	in geogr. Würfelmeilen	die der Erde = 1
	0,264	454	0,0697	646,900	0,018	47,863,000	0,0114

Dichte			Schwere		Umlauf		Mondbahn
die der Sonne = 1	jene der Erde = 1	die des Wassers = 1	die der Erde = 1	Fallgeschwindigkeit in der ersten Sec.	siderischer (S. 294)	tropischer (a. a. O.)	halbe große Axe ders. 51830 geogr. Meilen, oder fast 30,25 Erddurchmesser u. entsprechend 0,0025 der mittl. Entfernung der Erde von der Sonne
1/31138530	0,62	3,41	0,163	2,46	27 T. 7 h 43′ 11″,5	27 T. 7 h 43′ 4″,7 ***)	

Excentricität derselben = 0,054844 der halben großen Axe = 2842 geogr. Meilen.

Entfernung von der Erde, in geogr. Meilen: größte 54670, kleinste 48990

*) Die stark dunstige Atmosphäre, ähnlich jener mancher Kometen, erschwert die Durchmesser-Bestimmung ungemein; früher erachtete man den der Vesta = 68, dann = 50; jenen der Juno = 309; den der Ceres = 352 und jenen der Pallas = 465 geogr. Meilen.

**) Ueber den Mond, die Planeten und Trabanten des Jupiter, Saturn &c. vergl. auch S. 469. Ueber Abnahme der Erdschwere (Mond- &c. Schwere &c.) im Erd-Innern (Mond-Innern &c.) s. S. 43 Anm.

***) Oder: siderischer: 27,321,661 Tage; tropischer: 27,321,582 Tage. Umlauf in mittlerer Sonnenzeit: 27 T. 7 h 43′,2. Aequatorial-Geschwindigkeit: 22′ Parif. in 1 Sec. Umlauf in mittleren Tagen: 27,322. Die Neigung des Mondäquators gegen die Ekliptik beträgt 1° 28′ 25″, während die Neigung der Mondbahn gegen die Ekliptik 5° 8′ 47″,9 ist, die der Mondbahn gegen den Erdäquator dagegen sich binnen je 19 Jahren (S. 266) von 18° 19′ bis 28° 36′ ändert.

2) a) Wie aus kugligen Bläschen Zellen hervorgehen, zeigt jede tropfbare zähe Flüssigkeit, z. B. flüssiges Eiweiß, in welche man in großer Menge Luftblasen aufsteigen läßt, oder die man mit Luft schüttelt. Zu übersehen ist jedoch hiebei nicht, wie Solches die Geometrie darthut, daß: sollen Zellen, oder vielmehr: sollen unkugelig begrenzte kleine Abtheilungen einen Raum ausfüllen, sie von Drei-, Vier- oder Sechs-Ecken begrenzt seyn müssen, und daß eine sechseckig begrenzte Abtheilung jene Art von Gestaltung darstellt, welche sich am besten tauglich zeigt, gerundete Körper mit größter Ersparung des Raumes in sich aufzunehmen; indem in jedem anders gestalteten Behälter in den Ecken ein Verlust an Raum erwachsen müßte, der jenen, welchen der sechseckig begrenzte Behälter übrig läßt, mehr oder weniger an Größe übertreffen würde. Lehrreich sind in dieser Hinsicht die Bienen. Ihre Zellen sind sechseckig und gewähren mithin, bei geringstem Aufwande von Baustoff (Wachs), den größten Innenraum; wie denn auch Dach und Fußboden ihrer Behausungen auf's vollkommenste die Aufgabe gelöst zeigen, unter größter Ersparniß an Baustoff, wie an Mühwalte, drei ebene Flächen unter bestimmten Winkeln so gegen einander zu neigen: daß sie, in einem Punkte zusammentreffend, mit größter Festigkeit die Einschließung des verhältlich größten Raumes verbinden. *) Vergl. auch S. 86 und 120. Könnte man kleine Massen tropfbarer Flüssigkeiten in leeren Räumen fallen lassen, so würden sie Kügelchen bilden, ähnlich jenen (sog. Leidenfrost'schen), welche man von nässenden Flüssigkeiten, so wie von Oelen aller Art erhält, wenn man sie auf: bis zur Aufhebung der Adhäsion (S. 272 u. 308 Anm.) ihrer Oberflächen erhitzte Metallplatten oder dergleichen metallene (porzellanene rc.) Schalen fallen läßt (S. 468 Bem. 6), so wie den bestäubten Wasserkügelchen, die entstehen, wenn man Wasser auf Schalen tröpfelt, welche zuvor mit etwas Fettöl bestrichen und dann mit sog. Bärlappsaamen (Sem. Lycopodii) bestäubt worden waren. Für größere tropfbare Massen würde aber, wenn es auch möglich wäre, sie in einer wirklichen Leere fallen zu lassen, dennoch keine Kugelung gewonnen werden, weil die Fallzeit zu kurz ist, um die Theilchen der Masse in jenes Gleichgewicht setzen zu können, welches die Cohäsion

*) Maraldi, Erfinder der „mit Glasfenstern versehenen Bienenkörbe", fand, mittelst Messung, daß jene Winkel, unter welchen dergleichen Flächen zusammenzutreffen haben, beiläufig 110° und 70° betragen müssen; König (ein Schüler Bernoulli's) und Maclaurin forderten späterhin, von ihnen durchgeführten Berechnungen gemäß, Behufs größter Ersparung an Baustoff, hiezu einen stumpfen Verbindungswinkel von 109° 26′ und einen spitzen von 70° 34′. Unter Winkeln, wie Maraldi sie nachgewiesen, bauen die Bienen überall und stets, und überall, wo sie bauen, ertheilen sie ihren Zellen immer dieselbe erforderliche Weite; nämlich für die Drohnen oder männlichen Bienen Zellen von 3‴ (Paris.), für die weiblichen oder Arbeitsbienen Zellen von 2‴,4.

des Tropfbaren (S. 1428) außerdem zur Folge hat. Ueber Benutzung der zwischen Wasser und Luft möglichen Adhäsion (S. 31): um Maschinen in Bewegung zu setzen; s. oben S. 115 u. 421. Ueber Aufhebung dieser Adhäsion durch Oel; S. 23 ff. Taucht man ein Glas-, Porzellan- rc. Gefäß, das mit sehr heißer Flüssigkeit gefüll't und dadurch andauernd heiß geworden war, in kaltes Wasser, so bildet dieses um denselben keinen Berg, sondern eine Vertiefung; weil die Wärme der Flächen-Gegenziehung (Adhäsion) entgegenwirkt.

b) Die sog. Haarröhrchen dürfen, sollen sie die nach ihnen benannten (Adhäsions- oder Depressions-) Erscheinungen der Capillarität möglichst deutlich gewähren, nicht weiter seyn, als ein Pferdehaar dick ist, und daher nicht viel über 1/7 Paris. Zoll Weite oder Querdurchmesser darbieten. Bei größerer Weite wird die Bemessung des Standes der Flüssigkeit innerhalb des Rohrs wegen zu geringer Erhebung oder Vertiefung schwürig. Es handelt sich bei ihrem Wirken von der Anziehung der Flüssigkeits-Theilchen unter sich (sammt der diese treffenden Einwirkung der Erd-Schwere) und zu dem Stoffe der Röhrchen-Innenwandungen; beiderlei Anziehungen wirken in gedoppelter Weise und bezeichnet man erstere mit k und letztere mit K, so hat man in der gegenseitigen Mitsammenwirkung jeder dieser 2 K und 2 k (= 2 K — 2 k) entweder eine positive oder eine negative Differenz derselben; Ersteres ist der Fall, wenn 2 K > 2 k; Letzteres, wenn 2 K < 2 k. Ist nämlich die Anziehung (Hinaufziehung) der Innenwandungen zum Flüssigen größer, als die der Theile des Letzteren zu sich selber, so zieht zunächst der untere ringförmige Innenrand des Röhrchens den Rand der ihm nächsten Flüssigkeitsschicht und damit, kraft des Zusammenhanges oder der Cohäsion der flüssigen Theilchen unter sich, auch diese zu sich hinauf; dann aber wirkt auch in gleicher Weise die Innenfläche des Röhrchens dort, wo sie die oberste Flüssigkeitsschicht berührt; zugleich bleiben aber auch die (für diesen Fall kleineren) Innenziehungen der untersten, wie der obersten Flüssigkeitsschicht-Theilchen zur übrigen Masse der Flüssigkeit (und zwar die der obersten: zu der, zwischen der obersten und unteren Flüssigkeitsschicht des Röhrchens stehenden, die der untersten zu der außerhalb des untersten Röhrentheils befindlichen flüssigen Masse) in herabziehender Wirksamkeit, und bilden so 2 k. Ist dagegen die Anziehung (Herabziehung) der Flüssigkeit zu sich selber größer, als jene zu den Innenwandungen, so tritt der entgegengesetzte Fall ein, und es ist dann 2 K — 2 k negativ (entsprechend 2 K < 2 k), während es im ersten Falle positiv war (und 2 K > 2 k entsprach). Im diesem ersteren Fall steht die Flüssigkeit im Röhrchen höher, als außerhalb desselben, den Spiegel der äußeren Flüssigkeit überragend, während seine Oberfläche sich vertieft gekrümmt stellt, in Mitten größte Tiefe darbietend und von hier aus zu den freien Innenwandungen hinauf, von Punkt zu Punkt mehr

und mehr gehoben; im letztern Fall steht sie, mit vertieftem Rande und erhaben gekrümmter Oberfläche, in der Röhre mehr oder weniger tief unter dem Spiegel der äußeren Flüssigkeit; über die Adhäsion der Wandungen des ersteren Falles vergl. auch S. 115 Anm., über die Depression des letzteren S. 67 u. 191. Die Anziehungen der Wandungen wirken in beiden Fällen eben so wenig in die Ferne, als die Tropfenbildung bedingende Cohäsion der Flüssigkeitstheilchen, aber je enger die Röhre, um so höher ist im ersteren Falle der Adhäsions-, im letzteren der Depressions-Stand der Flüssigkeit; je enger das Röhrchen, um so mehr in Mitten vertieft erscheint im ersteren Falle die Oberfläche der von ihm umfaßten Flüssigkeit, um so mehr erhaben gekrümmt und fast halbkugelig begrenzt erblickt man sie im letzteren Falle. Welchen Antheil an den Capillaritäts-Erscheinungen die einzelnen zugehörigen Wirksamen haben, ergiebt sich erschöpfend aus Gauß's hieher gehörigen (S. 214 bis 28 u. 226 bis 230 des I. B. m. Grundzüge, der Hauptsache nach enthaltenen) Beurtheilung von Laplace's Haarröhrchen- (und Adhäsions-) Theorie; bezeichnet hienach s das Volum der tropfb. Flüssigkeit, h die Höhe ihres Schwerpunktes über eine beliebige horizontale Ebene, T den Inhalt jenes Theiles der Flüssigkeits-Oberfläche, welcher das Gefäß berührt, und U den Inhalt des freien, unberührten Oberflächentheils, so ist im Zustande des Gleichgewichts das Aggregat $s\,h + (\alpha\alpha - 2\beta\beta)\,T + \alpha\alpha\,U$ ein Minimum, wo $\alpha\alpha$ und $\beta\beta$ gewisse Constanten bedeuten, welche von dem Verhältniß der Schwere zur Intensität der gegenseitigen Molecularanziehung der Flüssigkeitstheile und der Gefäßtheile gegen die Flüssigkeit abhangen. *) — Ueber die meisten auf Adhäsion gegründeten Er-

*) A. a. O. habe ich obige Formel, wie folgt, ausgedrückt und umschrieben: $s\,h + \alpha^2\,(T + U) - 2\,\beta^2\,T$, d. h. 1) multiplicire zuvörderst s mit h, 2) dann α^2 in die Summe von T und U, 3) hierauf β^2 mit dem doppelten T und 4) endlich: addire die nach 1 und 2 erhaltenen Producte, und ziehe von der hiedurch erwachsenen Summe das nach 3) erhaltene Product ab. Wollte man annehmen, es sey hiebei die Schwere das einzig Wirkende, so würde bei eintretendem Gleichgewicht der Schwerpunkt der ganzen Flüssigkeit möglichst tief liegen und h ein Kleinstes (ein Minimum) seyn; setzte man voraus: es wären Schwere und Anziehung des Gefäßes verschwindend klein und mithin nur die Cohäsion der Flüssigkeitstheile zu beachten, so müßten diese mitsammen eine sphärische Gestalt annehmen (T + U also zu einem Kleinsten herabsinken), und dächte man sich endlich sowohl Schwere als Cohäsion hinweg, so würde sich die Flüssigkeit über die ganze Gefäßoberfläche verbreiten, T mithin als ein Größtes (ein Maximum) oder — T als ein Kleinstes sich bethätigen müssen. Beim Zusammenwirken aller drei Wirksamen muß daher aus ihnen ein zusammengesetztes Kleinstes (nicht ein Unendlichkleines, sondern eine Größe, die nicht kleiner gedacht werden kann, wenn sie überhaupt noch als Wirkungsgröße gelten soll) erwachsen. Im Haarröhrchen wird demnach die Flüssigkeit höher oder tiefer stehen, als in jenem Gefäße, welches die Flüssigkeit trägt, je nachdem $\beta\beta$ größer oder kleiner als $\frac{1}{2}\,\alpha\alpha$, und der Unterschied des Höhenstandes bei bestimmter Flüs-

scheinungen und dahin gehörigen älteren und neueren Versuche, z. B. über Vera's Seilmaschine (je schneller die nassen Seile aus dem Wasser hervorgezogen werden, je mehr Wasser hängt ihnen an), Durchseihung, Ausfließungs-Geschwindigkeit, Adhäsion des Diamants, Capillarität der Carbonsäure (und der sog. elektr. Flüssigkeiten), Benutzung des Talgs, um Risse in gußeisernen Soole-Leitungsröhren zu verschließen, Kütten, Leimen, Papier- und Zeugdruck, Steindruck; v. Breithaupt's Versuche über Einfluß der Adhäsion (so wie der Elektricitäts- und Wärme-Leitung auf die Wirkung des Schießpulvers; ferner über unverbrennlich machende Flüssigkeiten (oben S. 498 Anm.), über sog. Circulation der Pflanzensäfte nach Corti, über Drüsen-Verrichtungen, Drehung der Kampferstückchen und verwandte Erscheinungen (vergl. oben S. 468). Rob. Brown's sog. selbstbewegliche Atome; über sog. Schwimmer (Lampen ohne Docht) und Hohldochte der Lampen, wie der Kerzen, sog. Metallisirung des Glases, Spiegelbelege, Einbrennen der Kupferstiche auf Fajance, Steingut, Porzellan rc., Entmarkung der Pflanzenblätter rc. rc.; s. a. a. O. S. 201—260. — Berührt man einen aufwärts getriebenen Wasserstrahl mit einer Röhre, so biegt er sich um dieselbe herum und fällt nun mehr oder weniger nahe senkrecht zu Boden. Alle scheinbaren Anziehungen und Abstoßungen zwischen schwimmenden (weder magnetischen noch elektrisirten) Körperchen, zumal der kugelig gerundeten, gehen hervor aus der Oberflächen-Krümmung jener Flüssigkeitstheile, welche dergleichen Körperchen seitlich umgrenzen. Bildet diese Flüssigkeit um jedes Körperchen der Art einen Berg, so nähern sich beide Berge und damit die Körperchen gegenseitig (z. B. zwei genäßte Korkkügelchen); dasselbe findet statt, wenn beide von einer Wasservertiefung umrandet erscheinen (z. B. zwei mit Fett bestrichene und mit Bärlappsamen bestäubte schwimmende Kügelchen); ist hingegen das eine der Körperchen von an ihm erhöheter, das andere von an ihm vertiefter Flüssigkeit umgeben, so stoßen sie sich scheinbar ab. Aus gleichem Grunde schwimmen durch Wasser näßbare Körperchen der Art, falls sie nicht in Mitten des Wassers eines damit zum Theil gefüllten Gefäßes, sondern seitlich auf den Wasserspiegel gelegt worden, einander zu; werden hingegen scheinbar abgestoßen von einem mit Fett rc. überzogenen Stäbchen, welches man in das Wasser taucht rc. — Läßt man auf einen bereits durch Adhäsion der Unterfläche ausgebreiteten Wassertropfen einen kleinen Fettöltropfen fallen, so breitet sich dieser auf jenem aus; läßt man nun einen Tropfen Aether

---

sigkeit und Haarröhrchen von bestimmtem Stoff wird der Peripherie des inneren Querschnittes direct und dem Flächeninhalte desselben verkehrt proportional seyn.

oder **Alkohol** folgen, so tritt der Fetttropfen augenblicklich auseinander und der Weingeist begiebt sich in Mitten der fettfrei gewordenen Wasserfläche, das Fett zurücktreibend, zu dem Wasser. Nähert man mittelst zweier Schreibfedern 2 Tintentropfen einander, ohne daß sie sich berühren, so fließen sie binnen Kurzem in einander; Gleiches zeigen Wasser- rc. Tropfen; wahrscheinlich hauptsächlich in Folge: zwischen den Tropfen verminderten Luftdrucks; indem beide Flüssigkeiten die Menge der zwischen ihnen befindlichen Luft dadurch stark verminderten, daß sie dieselbe theilweise einsogen (vielleicht auch: indem sie durch Dampf-Entlassung und Adhäsion des entsteigenden Dampfes zur Luft diese mit demselben sich entfernen machten; S. 421); was zwar auch nach ihren Außenseiten hin vor sich gehen mußte, hier aber für jede Außenseite nur eine halb so große Luft-Minderung zur Folge haben konnte, als solches zwischen beiden Tropfen möglich wurde. Erfolgte da nun die Verschluckung schneller, als die hinweggenommene Luft durch Zuströmung wieder ersetzt werden konnte, so mußten die Außenseiten stärkerem Luftdruck unterliegen, als die Innenseiten, wo die Luft mehr verdünnt worden war. *) Uebrigens würden wir ohne Adhäsion der Gummi-haltigen Tinte (zur Feder) nicht schreiben können. Ueber scheinbare Anziehung, bewirkt durch Wellenbildung (in **Hatchet's** rc. Versuchen, bei **Faraday's** Ergänzungsfiguren der Klangfiguren, in denen der Stimmgabel rc.) s. oben S. 420. Luftverdünnungen von sehr beträchtlicher Größe finden sich übrigens nicht selten von der Natur dort in Verwendung genommen, wo man es auf den ersten Anblick am wenigsten erwarten sollte. Mehrere Insecten, und namentlich die gemeinen Fliegen (Mücken) sind unten an ihren Füßen mit flachen über einander gehenden Häuten versehen, unter welchen die Luft durch Wegsaugung entfernt werden kann. Geschieht dieses, Seitens der Fliege, so bieten deren Fußhäute Ausbreitung genug dar, um durch einseitigen,

*) Jene Annahme der Alten: daß nicht einseitiger Luftdruck, sondern durch die **Verdünnung gesteigerte Anziehung der Luft** zu denen von ihr berührten Gegenständen die Verhalten der Saugpumpe (der Luftpumpe, des Barometers) rc. zur Folge habe — oben S. 569 ff. Anm. —, hat in unseren Zeiten mehrere Vertheidiger gefunden. Erwägt man indessen: daß Anziehungen (nicht nur die allgemeine oder die sog. Schwere, sondern auch die magnetischen rc.) an Stärke gewinnen nicht durch Minderung, sondern durch Mehrung der Masse (oder, was hier gleich gilt: der Dichte), und daß ein Stoff nur wirken kann, wenn er vorhanden ist, hingegen nicht, wenn er fehlt, so kann man z. B. das Hängenbleiben des ausgekochten Mercurs oder überhaupt einer tropfbaren Flüssigkeit in einem **gänzlich von derselben erfüllten**, oben geschlossenen, unten in Flüssigkeit derselben Art stehenden Cylinder (z. B. des ausgekochten Mercurs in einem nur 12 Zoll hohen Glascylinder der Art) nicht von der Anziehung verdünnter Luft zum Mercur ableiten wollen, schon darum: weil es im ganzen Cylinder überhaupt keine Luft giebt; wenn derselbe zuvor hinreichend erhitzt mit heißem Mercur gefüllt worden, bevor er in eben so heißen Mercur umgekehrt wurde.

gegen das Thier gerichteten Druck der Außenluft, z. B. an die Zimmerdecke, bis zum Hängenbleiben getrieben werden zu können, wobei sie dann zugleich die Adhäsion der (Zimmerdecken-, Glas- ꝛc.) Gegenfläche unterstützt, jedoch auch in dieser Verbindung nicht stark genug ist, um der stärkeren Muskelkraft des Thieres zu widerstehen, wenn dieses solche physische Verbindung aufzuheben strebt.

c) Nicht unbeträchtlichen Antheil hat, besonders bei sehr platten Gegenflächen, die **Adhäsion** auch an der **Reibung** oder „Friction" dieser im Allgemeinen bei Maschinen sehr hinderlichen, in vielen Fällen jedoch auch gänzlich unentbehrlichen gegenseitigen Bethätigung: in ihrer Berührung wechselnder Gegenflächen. Man unterscheidet **gleitende** und **rollende** Reibung; erstere ist stets die stärkere, letztere die schwächere; beiden liegt zum Grunde **Rauhigkeit** oder Unebenheit der Gegenflächen — die jedoch öfters bis zur Unwahrnehmbarkeit vermindert seyn kann, ohne daß dadurch die Reibung aufhörte; ja nicht selten wird diese dadurch um so heftiger — und **Adhäsion** oder gegenseitige Anziehung der Flächen, die, sofern sie rein und nicht von elektrischer (magnetischer) und beginnender chemischer Anziehung begleitet hervortritt, größer ist zwischen **gleichgearteten** und **ähnlichen Stoffen**, als zwischen ungleichartigen und unähnlichen.*) Alles Uebrige gleich gesetzt, wächst jede Reibung sehr nahe im geraden Verhältniß des senkrecht-gegenseitigen **Drucks**, hingegen keineswegs in dem der Flächengrößen; denn obgleich Vermehrung dieser Größen zur Mehrung des Reibungswiderstandes beiträgt,**) so ist doch solcher Beitrag selten sehr erheblich. Ein Balken bietet gleiche Reibungen dar, bei seinen kleineren wie bei seinen größeren Berührungsflächen. Merkliche Aenderungen des **Reibungs-Coefficienten** bewirkt jedoch die durch die Reibung erzeugte **Wärme** ***) und in manchen Fällen auch die

---

*) Vergl. S. 451. Wenn **Stahl-** und **Messing-**Flächen an einander bewegt werden, ist die Reibung weit kleiner, als zwischen **Stahl** und **Blei**, und diese kleiner als zwischen **Stahl** und **Kupfer**; keine dieser Reibungen aber so groß, als zwischen Kupfer und Kupfer, Blei und Blei, Eisen und Eisen ꝛc. **Holz** erzeugt mit Holz weit größere Reibung, als mit anderen Stoffen (S. 364), und am größten ist jene, wenn dabei die Faserlagen in der Richtung der Bewegung liegen.

) Wie darauf schon der Größen-Unterschied der Gleitungs- und Rollungs-Reibung hinweiset, und wie Solches auch der Nutzen der bei den Englischen Rollen der Flaschenzüge angebrachten sog. **Frictionsräder (m. Grundz. II. 83) darthut, obgleich letztere nicht lediglich durch Gegenflächen-Minderung, sondern auch dadurch beschleunigend wirken, daß sie, ihrer größeren Entfernung vom Mittelpunkt der Rolle entsprechend, größere Umschwungs-Geschwindigkeit erzeugen.

***) **Reibungs-Wärme** erfolgt auch in der Guericke'schen Leere sehr merklich, kann also nicht (oder doch nur einem kleinen Theile nach) Folge des Zusammendrucks der den Körpern anhängenden atm. Luft seyn, wohl aber zum Theil Ergebniß der Zusammenpressung des in den sog. Poren befindlichen Körperdampfes (S. 30).

erzeugte Reibungs-Elektricität; S. 124, 192 Anm., 491, 500 u. 512. Wo die Reibung zum Hinderniß der Bewegung wird, mindert man sie durch Aufhebung der Rauhigkeit mittelst den Flächen zwar anhängender, aber ohne Verlust des Zusammenhanges ihrer Theilchen leicht vertheilbarer Stoffe (Graphit, grüne Seife, Klauenfett rc.); wo man sie verstärken will, vermehrt man die Rauhigkeit. Letzteres geschieht entweder mit gleichzeitig erhöheter Adhäsion (z. B. beim Bestreichen des Geigenbogens mit Colophon, der Seiltänzer-Schuhsohlen mit Kreide rc.) oder, ohne diese dabei zu berücksichtigen, durch einseitige Vermehrung der Härte der reibenden Theilchen (z. B. beim Rostpapier; S. 491). Ohne Reibung würde man nicht gehen können, ohne auszugleiten; zumal bei'm Besteigen und Herabgehen von Höhen, und (wie schon früher bemerkt worden) ohne Reibung wäre die Bewegung auf der Eisenbahn unmöglich. Ueber den Bewegungs-Verlust, den die gewöhnlichen Dampfmaschinen in ihnen selber erleiden und wie demselben zu begegnen, s. S. 466 ff. Anm. Wechsel in der Geschwindigkeit der an einander bewegten Reibungsflächen hat auf die Größe der Reibung wenig Einfluß. Bei Metallen wächst diese mit der Zunahme der Reibungs-Wärme; vielleicht — in Folge eintretenden Thermo- (Elektro-) Magnetismus? Was man bei Flüssigkeiten, z. B. bei solchem Wasser: in und auf welchem feste Körper sich bewegen und durch das dergleichen Körper bewegt werden, Reibung nennt, ist stets: Größe gegenseitiger Adhäsion (der sich berührenden flüssigen und starren Gegenflächen) und mindert sich, hierin der Cohäsion gleichend (heißes Wasser gewährt kleinere Spritztropfen, als kaltes), wie die Anwärmung wächst.

3) Hinsichtlich der Wärme nachträglich noch Folgendes:

a) Ritchie hat die Empfindlichkeit des Leslie'schen Differentialthermometers dadurch merklich erhöhet, daß er statt der gläsernen: dünne metallene Hohlkugeln als Luftbehälter anwendet; vergl. S. 54 u. 82, über die vom Verf. dieses Hdbs gemachten hieher gehörigen Vorschläge vergl. S. 395. Ueber Pyrometrie S. 390 ff. und des Verfs. dieses Hdbs Pyrothermometer S. 391—395.

b) Wenn man einst dahin gelangt seyn wird, H-Gas (reines) im Großen in solchem Maaße vortheilhaft darzustellen, daß man es als Heizungsstoff für Oefen und Herde zu verwenden vermag, dann wird man heftigste Gluth und stärkste Heizungen aller Art in kürzester Zeit und in reinster, unbedingt schmutzfreier Weise zu entwickeln und zu unterhalten im Stande seyn. Grove hat neuerlich, wie er meint: Wasser lediglich durch heftigste Gluth in O- und H-Gas zersetzt, indem er an einen starken Platindraht, mittelst des Knallgas- (d. i. mittelst des

---

dann zum Theil auch der erzeugten, zur Ausgleichung gelangenden Elektricität; über Benutzung der Reibungswärme zum Heizen s. S. 118 Anm.

OH-Gas-) Gebläses eine erbsengroße Kugel schmolz, sie dann auf's Neue nahe bis zum Schmelzen und also erhitzt unter 93° C heißes, zuvor von atm. Luft gänzlich befreietes Wasser brachte; ein Theil dieses Wassers wurde dadurch in seine Bestandtheile zersetzt und so in Knallgas verwandelt. *) Hätte man die weißglühende Platinkugel nicht durch brennendes Knallgas, sondern galvanischen Weges zum Weißglühen gebracht, würde sie ohne Zweifel Gleiches geleistet haben. Ueberhaupt aber würde, um obiger, in Absicht auf Lösung der Zukunft anheimgestellter Forderung zu entsprechen, vor Allem ein hinreichend wohlfeiler Weg aufzufinden seyn: galvanisch das Wasser zu zersetzen.

c) Der beim Verbrennen der sog. Schießbaumwolle (S. 1277 Anm., 1282 ff., 1297 Anm., 1298 ff.) entwickelt werdende Hitzgrad (S. 1355 Anm.) liegt wahrscheinlich sehr hoch, wenigstens erweisen das die starken Ausdehnungen der gasigen Verbrennungs-Erzeugnisse und machen es gasige Ausscheidungen derselben wahrscheinlich. Neuerlich hat man die Schießbaumwolle, so weit sie verbrennliche Masse ist, Pyroxylin (in Frankreich auch Ballist-Oxyd) genannt, und Pelonze bemerkte jüngst, daß das von ihm im Jahre 1838 untersuchte, hieher gehörige Erzeugniß von Braconnot's Xyloïdin verschieden ist; s. w. u. Die nach Knop (S. 1354 Anm.) aus zuvor gereinigter Baumwolle bereitete Schießbaumwolle (die man K's Vorschrift gemäß so lange und so oft mit dem Säure-Gemisch behandelt hatte, als sie dadurch noch an Gewicht zunahm, wodurch 10 Loth reiner Baumwolle in 16,9 Loth Schießbaumwolle verkehrt worden) bestand, C. Schmidt's und B. Hecker's chemischer Analyse zufolge, dem arithmet. Mittel aus acht Zerlegungen gemäß, procentisch aus 25,34 C, 2,78 H, 12,50 A und 59,38 O, während die gereinigte Baumwolle an sich, nach Abzug der Asche, aus 43,27 C, 6,30 H und 50,43 O, d. i. nahe wie S. 1355 Anm. bemerkt worden, zusammengesetzt erschien; stöchiometrisch berechnete sich hieraus diese letztere, oder vielmehr die reine Baumwol-

*) Besitzt, wie G. vermuthet, jeder weißglühende Stoff das Vermögen, das Wasser zu zersetzen, so tritt diese Zersetzung wahrscheinlich ein in Folge gleichnamiger (positiver) Elektrisirung des H und O, hierin der Zersetzung des MrO ähnlich, die auch lichtreiche Hitze (Glühhitze) heischt, um Mr in Dampfform von Luftform gewinnendem O zu trennen. Uebrigens sah Th. Thomson (Syst. d. Chem. übers. von F. Wolff. Berlin 1805. 8. I. 133) Platindraht in einer Knallgasflamme: mit eben dem Glanze wie Eisendraht verbrennen und Funken in Menge werfen. Wahrscheinlich saugt Pt in dieser Hitze nicht nur physisch, sondern — stark elektropositiv geworden — physisch-chemisch O-Gas ein, indem dann aber das also örtlich starr gewordene O nun ebenfalls + E erhält, stoßen nun beide Stoffe (an das Spratzen des Silbers erinnernd) einander wieder ab, und muthmaaßlich erfolgt Aehnliches auch bei Grove's erwähnter Wasser-Zersetzung, die dann zunächst im Freimachen von H durch einstweiliges Binden von O mittelst Bildung von PtO vermittelt wird?

lenfaser = $C_{24} H_{20} O_{20}$; jene der Schießbaumwolle hingegen = $C_{24} H_{15} A_4$ (nach Atomen A_8) O_{40}; statt 5 HO, welche die Baumwolle beim Uebergange in Schießbaumwolle verlor, sind also 4 AO_5 hinzugetreten. *) Aus denen in Paris angestellten Versuchen ergab sich, daß 5 Gewichtstheile Schießbaumwolle auf eine Geschützkugel so viel wirken, wie 13—14 Theile Schießpulver; in Papier gewickelt und als Patrone in's Gewehr gebracht, wirkt sie ebenfalls heftiger, als das Schießpulver, aber der größte Theil des Papiers blieb unverbrannt im Gewehrlauf. Wollte man das Papier selbst zuvor mit Azotsäure und Schwefelsäure in Schießpapier verwandeln, so würde es sich schwerlich zu Patronen verwenden lassen. Daß überhaupt aber die Benutzung der Schießbaumwolle, sey es zum Sprengen der Felsen oder als Schießpulververtreter, beim Geschütz und ebenso auch bei ihrer Trocknung und Versendung große Vorsicht heischt, haben in neuester Zeit dadurch unerwartet entstandene heftige Verknallungen und zu Feuersbrünsten führende Zündungen dargethan. Beim Trocknen derselben müssen metallene Unterlagen und Einfluß strahlender Hitze durchaus vermieden werden; man darf sie nur durch heißes Wasser oder durch die hohlen Trocknungs-Vorrichtungen durchstreichenden Wasserdampf bis zur Trockne entwässern. Tränkt man sie mit Flammen-färbenden Salzlösungen (z. B. mit gelöstem SrCh, $BaOAO_5$, $CuOAH_4O$ + 2 AO_5 ꝛc.), so erhält man farbige Verbrennungen. Zur Färbung derselben ist neuerlich Ruß empfohlen worden; zur Fertigung, statt Baumwolle oder Flachs-Werg (von Pelouze:) gut getrocknete Papiermasse (sog. Glanzzeug); zum Versenden: festes Verpacken in mit Stanniol versehenen Holzkisten.

d) Da Holz sich durch Erwärmen in der Faser-Längenrichtung am wenigsten ausdehnt, und man es nach vollständiger Austrocknung (im Backofen) durch Tränkung mit Fettölfirniß und Uebergoldung gegen den Einfluß der Luftfeuchte vollkommen zu schützen vermag, so hat man es in neuerer Zeit statt der Metallstangen zu Pendeln **) ver-

---

*) Wo also noch AO_5 (nach Atomen $A_2 O_5$) fehlen, wenn alles frei gewordene Wasser der Faser durch Azotsäure ersetzt worden seyn sollte. Indessen fand Pleß die Schießbaumwolle procentisch aus 22,3 C, 2,9 H, 13,5 A und 61,3 O zusammengesetzt, was nicht mit Pettenkofer's und noch viel weniger mit Schönbein's und Böttger's Untersuchungen übereinstimmt (vergl. S. 1354 ff.) und sich, ist Ballot's Ergebniß der Untersuchung des Xyloïdin's zweifelsfrei (a. a. O.), von dem Bestande dieses Erzeugnisses allerdings äußerst beträchtlich entfernt. — Schießbaumwolle ist stark elektronegativ.

**) Ueber meinen Vorschlag, das Pendel als Wärmemesser zu verwenden, so wie über Uhrthermometer vergl. oben S. 393 Anm. Daß das Pendel sich zu Höhenmessungen eignet (S. 162 u. 269), haben Bouguer's und Condamine's (Newton's Bestimmungen über den die Fallgeschwindigkeit mindernden Einfluß der Schwungkraft auf die Erdschwere bestätigende) Pendelversuche, angestellt auf hohen Bergen, mittelbar nachgewiesen. Es ist übrigens bei

Wechsel gewonnen (a. a. O. XXVII. 439 ff.), den er, in Verbindung mit Melloni, späterhin vervollkommnete und zu Versuchen für strahlende Wärme brauchbar machte. Melloni fand dann, mittelst des Thermomultiplicators: α) daß es Stoffe giebt, welche Wärmestrahlen in gleichem Grade vollkommen durchlassen, wie andere das Licht, und dagegen andere, welche die Wärmestrahlung gar nicht in sich fortsetzen oder Wärmestrahlen nicht hindurchlassen; M. nannte diese athermane, jene diathermane Stoffe; β) daß die Durchsichtigkeit der Stoffe mit ihrem Wärmedurchstrahlungsvermögen in keiner näheren Beziehung steht (es kann ein Körper undurchsichtig und dennoch leicht wärmedurchstrahlbar seyn); γ) daß Steinsalz zur Strahlwärme sich verhält, wie vollkommen durchsichtiges Glas zum Licht, während die übrigen durchsichtigen Stoffe sich zur Strahlwärme verhalten, wie farbige Mittel zum Lichte; weshalb das Steinsalz von M. zu den universell-diathermanen gezählt, die theilweise wärmedurchstrahlbaren Stoffe hingegen partiell-diathermane genannt werden; ferner δ) daß die meisten diathermanen Stoffe sich gegen die Wärmestrahlen verhalten, wie farbige Gläser gegen das Licht; d. h. wie ein farbiges Glas von einer bestimmten Farbe nur Farblicht derselben Färbung ungehindert hindurchläßt, dagegen andersfarbiges Licht, ist das Glas nicht zu dünn, zurückwirft und so dessen Eindringen in das Glas hindert, so giebt es auch Stoffe, welche Wärmestrahlen verschiedenen Ursprungs in ähnlicher Weise sondern, indem sie dieselben in ungleichen Verhältnissen zurückwerfen (und durchlassen). M. nennt diese Verschiedenheit der Wärmestrahlen die Diathermansie oder Wärmefarbe oder Thermochrose derselben, damit andeutend: daß er (für Wärme, wie für Licht selbstständige Daseynsträger annehmend), sich die Wärmestrahlen in ähnlicher Weise zusammengesetzt vorstellt, wie sich Newton das Weißlicht (aus verschiedenen einfachen Farblichtarten) bestehend dachte. M. nennt daher Wärmestrahlen, welche nur von gewissen Stoffen hindurchgelassen werden: thermanisirte oder thermochroische, und Stoffe oder Körper, welche dergleichen entwickeln: thermanisirende. (Sonst nennt man überhaupt die Befähigung, Wärme durchzulassen: das Transmissions-Vermögen der Stoffe oder Körper.) Weitere Versuche M's und anderer Physiker (Forbes, Brewster ꝛc.) lehrten: daß die Wärmestrahlen (auch hierin den Lichtstrahlen ähnlich; m. Grundz. II. 455 u. 476) polarisirbar sind, *) sowohl durch Spiegelung, als durch Brechung, und im letzteren Falle nicht nur durch einfache, sondern auch durch doppelte Brechung (a. a. O. S. 274 ff.). Vergl. P's Ann. XXXV. 555, XLIII. 271. — Bei Metalloberflächen mindert sich übrigens das Vermögen

*) Was Forbes zu Edinburgh zuerst wahrnahm; P's Ann. XLV. 64 ff. u. 75.

Wärme auszustrahlen: mit der Zunahme der ihnen zu Theil gewordenen Erhitzung.

f) Abria, Favre, Silbermann und Grassi untersuchten in neuerer Zeit genauer, als es bisher geschehen, die durch chemische Verbindungen, zumal durch Verbrennungen entstandenen Wärmungsgrößen, bei ihren Bestimmungen jene Bemessungsgröße zum Grunde legend, die in neuerer Zeit allgemein geworden ist; daß nämlich eine Wärmegröße oder Wärmemenge, welche erfordert wird, um die Fühlwärme von 1 Gramm Wasser um 1° C zu erhöhen, zur zu vergleichenden Einheit dient und 1 Calorie (oder 1 Wärmung) genannt wird. Folgende sind die wichtigsten, hieher gehörigen Ergebnisse: während 1 Litre H-Gas bei seiner Verbindung mit O-Gas zu Wasser 2629 Wärmungen oder Wärme-Einheiten entwickelt, gewährt dieselbe Menge H-Gas, mit Ch-Gas zu Hydrochlor (Salzsäure) verbunden, nur 0,8 jener Wärmungen, nämlich nur 2103,2. Im Mittel zweier Versuche gab 1 Grm CO-Gas, zu CO_2 verbrannt, 2432,7; möglichst H-freie Holzkohle, die zu CO verbrennt, 2480,6. Bäckerkohle, die als solche viel H enthält, gab 8715 bis 8736; Zuckerkohle, die als solche frei von H und am schwierigsten zu verbrennen ist, gab 8035 und 8039; Leuchtgaskohle 8037 u. 8058; Hohofengraphit im Mittel 7787,5 und 7737; natürlicher Graphit 7811,5 und 7781,5; Diamant 7770 und 7879. Sumpfgas (ebenfalls 1 Grm dess.) 13158,2, wonach auf 1 Grm von dessen C 5953,6, also weit weniger, als auf 1 Grm freies C kommen; ölbildendes Gas 11900,3; Terpentinöl 10874, Citronöl 10959 und Tereben 10663 Wärmungen; diese 3 letzten Hydrocarbone sind stöchiometrisch sämmtlich = C_{10} H_8. In der Wärme kryst. Schwefel gab 2216,8, natürl. Sicilianischer 2220,9; durch Schmelzung vor 3 Monaten erweichter 2213,8; Schwefelkohlenstoff im Mittel 3403,4; Schwefel, geschieden aus HS: 2229,5. Ueber Verbrennungs-Hitze vergl. auch oben S. 417 u. 432.

g) Waller bezweifelt, gegen v. Saussure (und Kratzenstein) das Vorhandenseyn von Dunstbläschen — weil er auf dem St. Bernhard keine sah.

4) In Beziehung auf Schall, Licht, Elektricität und Magnetismus steht vordersamst zu bemerken, daß hier, wie bei der Strahlwärme, die Bewegung in Wellen-Bildung besteht, die als solche voraussetzt: eine Beweglichkeit der Theilchen (S. 88 Anm.), welche zwar allseitige Verrückbarkeit derselben, also durchgängige Lagen-Aenderung der Massentheilchen gestattet, zugleich aber auch theils gegenseitige Bestimmung zum Beisammenbleiben, theils gegenseitige Behinderung der Trennung darbietet; ersteres bewirkt durch Cohäsion (starrer, wie tropfbarer Theilchen), letzteres durch Ausdehnsamkeit der gasigen Stoffe. Beide Wirksamkeiten, obgleich wesentlich einander entgegengesetzt, gewähren dennoch, indem beiderlei Theilchen (die der cohäsiven, wie jene

der expansiven Massen) Widerstand entwickeln, Begrenzung der die Theilchen-Verrückung erzeugenden Bewegung (oder sog. Kraft) und damit Umwendung oder Rückkehr der Bewegungsrichtungen. Jene in bestimmte Grenzen gehaltene Veränderlichkeit der Lage denkbarer Massentheilchen, verbunden mit der Rückkehr zur vorhergehenden Theilchen-Stellung, sobald die verrückende Kraft zu wirken aufhört, ist dasselbe, was zuvor schon zum Oesteren (bei starren Körpern als Federhärte) als Elasticität der Stoffe bezeichnet wurde. Wo daher Wellen hervorgehen, ist der Stoff, der sie darbietet, in sich stets entweder contractiv- oder expansiv-elastisch gegenthätig. Die Wellen selbst sind entweder im fortbildenden Erneuern ihrer selbst begriffen, oder sie fahren zwar fort sich zu erneuern, verbleiben dabei aber an demselben Orte; erstere nennt man fortschreitende, letztere stehende Wellen; in beiden ist die Umschwungsbewegung der Theilchen verschieden von der Gesammtbewegung der Welle; erstere kann ohne letztere, diese aber nie ohne jene vor sich gehen. Beispiele der ersteren Art gewähren jene concentrischen Wellenkreise, welche, in den Oberflächen-Schichten tropfbarer Flüssigkeiten durch Stoß oder Zug hervorgebracht, sichtbar hervortreten (z. B. wenn ein Stein in's Wasser geworfen, *) oder ein Stab in dasselbe gesenkt und schnell senkrecht herausgezogen wird); Beispiele der letzteren Art bieten alle, durch sich selbst oder künstlich gespannten federharten Körper (des Klanges fähige Stäbe, Scheiben, Glocken ꝛc. oder gespannte Saiten) dar, wenn sie durch Stoß oder Streichung (Reibung) ꝛc. in Schwingung versetzt werden. War dieses bei einer gespannten Saite der Fall, so setzte diese dann zugleich eines Theiles in den Stand, nachzuweisen, daß die Schwingungen schallender Körper pendelartig sind; andern Theiles: die wesentlichen Theile jeder Welle kenntlich machen zu können. Bringt man nämlich eine straff gespannte Saite durch Schlag oder Zupfen, Streichen ꝛc. in Schwingung, so bemerkt man zuvörderst, daß sie sich ausdehnt, indem sie sich zugleich verdünnt; denn sie beschreibt einen seitlich gerichteten Bogen (Schwingungsbogen), geht dann, nachdem ihre Bewegung in Absicht auf Ausbiegung = 0 geworden, mit wachsender Geschwindigkeit zunächst wieder zurück zu ihrer geradlinigen Kürzung, mit dieser die größte Geschwindigkeit erreichend; schwingt nun über diese (dem tiefsten Punkte des schwingenden Pendels vergleichbare) mittlere Streckungslinie, kraft ihrer Beharrung (Trägheit) hinaus zur entgegengesetzten Seite, erreicht auch hier, bei einer Geschwindigkeit = 0, wie zuvor auf der ersteren Seite, ihre größte Schwingungsaus-

---

*) Wobei dann, ist das Wasser sehr Gas-reich und wird (statt jenes Steinwurfes) gegen dessen Spiegel ein heftiger Schlag geführt, das Gas unter zahlreicher Blasenbildung schäumend (theilweise) entweicht; z. B. aus der Paulinen-Quelle zu Schwalbach.

biegung und geht von hier aus wiederum zur ersteren Ausbiegung zurück, durch diesen Hin- und Hergang eine ganze (nach Anderen eine gedoppelte) Schwingung vollendend. Unterstützt man bei diesem Versuche die Saite in ihrer Mitte durch ein Steg, und setzt dann nur den einen Theil (die eine Hälfte) in bemerkter Weise in Schwingung, so schwingt gleichzeitig auch der andere Theil, aber nach entgegengesetzter Richtung, so daß also, bildete z. B. der erstere Theil einen nach unten gerichteten Schwingungsbogen, der andere Theil gleichzeitig einen nach oben gerichteten darstellt; dort wo beide Bogen zusammentreffen, erzeugen sie einen sog. Schwingungsknoten, d. i. einen Punkt (oder eine Stelle), in welcher beide entgegengesetzte Bewegungsrichtungen zusammentreffen und so Ruhe erzwingen. *) Beide entgegengesetzt gerichtete, durch diesen Ruhepunkt zusammenhängende Schwingungsbogen stellen dar: das durchschnittliche Abbild einer stehenden Welle und setzen so zugleich in den Stand, folgende Hauptverhältnisse jeder Welle nachzuweisen:

a) Während der vertieft gekrümmte Schwingungsbogen die eine Hälfte der Welle, genannt Wellenthal, darstellt, zeigt die andere Hälfte den Wellenberg; vorausgesetzt, daß die in der Mitte unterstützte Saite in horizontaler Richtung gespannt und die eine Hälfte derselben nach unten hin zum Schwingen gebracht worden war. Der tiefste Punkt des Wellenthals wird der Senkpunkt, der höchste des Wellenberges der Gipfelpunkt der Welle genannt. Wo zwei Wellen in demselben Raume mit ihren Bergen oder mit ihren Thälern zusammentreffen, dort erfolgt Verdoppelung der Berghöhe oder der Thaltiefe;

*) Hatte man durch das Steg nicht die Mitte, sondern einen kürzeren Theil der Saite unterstützt, so theilt sich der längere schwingende Theil in eben solche, abwechselnd nach unten und oben (oder nach der einen und der anderen Seite) gerichtete Schwingungsbogen, so oft die Länge solchen längeren Saitentheiles es zuläßt, und überall, wo zwei dieser Bogen mit ihren Enden in einen Punkt zusammentreffen, erfolgt ein Schwingungsknoten, und hatte man statt der gespannten Saite eine am Rande mattgeschliffene Glasscheibe z. B. durch Streichen mit einem Geigenbogen an irgend einer Stelle in Schwingung gesetzt, während eine andere Stelle, sey es (statt des Stegs) durch die Finger der die Scheibe haltenden Hand, oder durch ein passendes Stativ (das die an einer Stelle durchbohrte Scheibe trägt und mittelst einer Schraube festhält; m. Grundz. II. 46) gedämpft wird, so bilden sich linienförmig zusammenhängende Schwingungsknoten, die ihren Stellen nach sichtbar werden, wenn man die also in Schwingung gesetzte Scheibe mit trocknem Sand, oder mit Eisenfeilstaub, oder mit gröblich gepulvertem farbigem (z. B. blauem) Glase, Bärlappsamen &c. bestreuet, und dann (in der Regel) hyperbolisch gekrümmte Linien darstellen, zu deren Seiten die Schwingungsbogen nach entgegengesetzten Richtungen fortgehen, und die, bei fortgesetzter gleichmäßiger und gleich gerichteter Streichung Hyperbeln mit entgegengesetzten Scheitelpunkten bilden, oder unter gewissen Winkeln sich schneiden und in beiderlei Weise die zuerst von Galilei wahrgenommenen, dann von Chladni wiederholt dargestellten und von ihm, so wie späterhin von mehreren Physikern weiter untersuchten Klangfiguren gewähren; a. a. O., S. 47 u. ff.

wo hingegen der Berg der einen Welle mit dem Thale der andern in einen gemeinschaftlichen Raum gelangt, dort wird die Schwingung $= 0$, diesseits und jenseits aber kommt das zu jenem Wellenberge gehörige Thal und der zu dem Thale gehörige Berg so zu Stande und wirkt jedes derselben in solcher Weise Wellen-bildend fort, als ob solche Ausgleichung und Aufhebung beider Krümmungen zwischen beiden Wellen gar nicht stattgehabt hätte. Man nennt diese, der Wirkung nach an den Schwingungsknoten erinnernde, gegenseitige Dämpfung zweier, von entgegengesetzten Seiten her, mit ihren einander zugewendeten Wellenhälften, in einander gerathender Wellen: deren Interferenz. Aehnliches bieten auch die Licht- (und die Wärme-) Wellen dar, und dort, wo solche Lichtwellen-Dämpfung (Interferenz der Lichtstrahlen) eintritt, geht die Hellung in Dunkelung über und bilden sich dunkle Zwischenstreifen; z. B. wenn man in ein dunkles Zimmer durch eine enge Spalte Licht einfallen läßt (das hiebei der sog. Beugung oder Inflexion unterliegt; a. a. O. II. 267).

b) Vergleicht man die Verhältnisse je zweier einander unmittelbar folgender Töne, wie sie das diatonische System (die harte, wie die weiche Tonleiter) darstellt, so bemerkt man leicht, daß die zu diesem Systeme gehörigen Intervalle *) nicht immer einander gleichen; denn während z. B. das Verhältniß von D und C ($9/8 : 1$) $= 9/8$ beträgt, ist das von F und E ($4/3 : 5/4$) $= 16/15$ und darum auch das der Quinte von D ($5/3 : 9/8$) $= 40/27$ nicht gleich dem der Quinte von C ($3/2 : 1$) $= 3/2$, weshalb denn auch die Quinte von C einen reineren Accord giebt, als jene von D. **) Will man daher diesem Mißstande begegnen,

*) Allgemein versteht man unter Intervall das Zahlenwerth-Verhältniß zweier Töne, ins Besondere aber das Verhältniß der Tonica zu jedem anderen Tone; unter Tonica dagegen: das Verhältniß des: Mitstimmung der gesammten Tonfolge (mithin auch: wie sie durch eine Reihe von Accorden hervorgeht), d. i. Harmonie erzeugenden Grundtons zu den übrigen einzelnen Folge-Tönen. In jedem Ton-Bereich, oder Ton-System, liegen aber zwischen dem Grundtone und seiner Octave (deren Zahlenwerth doppelt so groß, als jener des Grundtons) die übrigen Töne, im obigen Falle zwischen C und c. Das gegenwärtig fast allgemein angenommene Ton-Bereich bietet eilf Intervalle dar, die in 6 ganze und 5 halbe Töne getheilt erscheinen. Je zwei dieser Töne lassen noch, sofern sie einander folgen, neun sog. Commata unterscheiden.

**) In jedem in sich geschlossenen, aus verschiedenen einzelnen Tonfolgen zusammengesetzten Gesammt-Tongebilde, d. i. in jeder musikalischen Composition, sind in entweder eigenthümlichen oder in nachahmenden Tonfolgen mehrere mit- oder gegenstimmende Intervalle zu einem Tonfolgen-Ganzen verbunden. Mit- oder zusammenstimmende Töne gewähren eine angenehme, gegenstimmende eine widrige, nicht für sich gewinnende, sondern zurückweisende, gegen Erwarten das Gefühl begrenzende Empfindung, dienen aber hiemit nicht selten dazu: das Angenehme der ersteren um so lebhafter empfinden zu machen; C und c, desgleichen C und E sind z. B. consonirend, C und D, C und G dagegen dissonirend. Jener Unterschied beider das diatonische System bildenden Tonleitern, der weichen

so muß man, da die Töne der diatonischen Tonleitern unzureichend sind, noch Töne einschalten, welche sie den einfacheren, als solche reineren Intervallen näher bringen. *) Man nennt die durch solche Annäherung bewirkten Abweichungen der Intervalle von den ursprünglichen Verhältnissen: ihre Temperatur oder Grundstimmung, deren hiedurch erwachsene neue, 12 Intervalle darbietende Tonleiter aber die chromatische; sie besteht aus folgenden 13 Tönen: C, Cis, D, Dis, E, F, Fis, G, Gis, A, Ais, H, c. Es findet sich in ihr zwar die durch die Einschaltung beabsichtigte Annäherung der Tonverhältnisse zu den einfacheren und darum reineren Intervallen nichts weniger als gänzlich erreicht (schon, weil z. B. zwischen C und D noch viele andere Einschaltungstöne möglich sind), aber die hiedurch verbliebene Unreinheit ist, in Folge ihrer Vertheilung, bis zum Unmerklichen geschwächt, und obgleich die Reinheit ihrer Intervalle von jener noch

---

und der harten, oder der Moll- und Dur-Tonfolge, ist der: nachstehender Tonfolgen A H c d e f g a und C D E F G A H c. Molltöne werden vom Echo vollkommener wiedergegeben, als Durtöne. Jede in gewissen Zeitabschnitten (Tacten) gehaltene, abwechselnd schneller und langsamer folgende Ton-Reihung einfacher und zusammenstimmender Töne, sammt den zwischen ihnen stattfindenden Intervallen, gewährt die: Melodie genannte Ton-Entwickelungsfolge. Molltöne erfreuen allgemeiner wie Durtöne, wie die Volkslieder es bezeugen, deren Melodien sich meistens aus ersteren zusammengesetzt finden. Manchmal erzeugen übrigens Saiten Klirrtöne, d. s. Töne, die tiefer sind, als die von ihnen angegebenen. — Alle in der jetzigen Tonkunst vorkommenden Töne sind enthalten in 9 Octaven, und während man die Haupttöne der 3ten Octave durch c, d, e ꝛc. bezeichnet, macht man bei der 4ten oder sog. Doppeltoctave (also genannt, wenn C . . . . . . c als die erste betrachtet wird) die Töne durch $\bar{c}$, $\bar{d}$ ꝛc., bei der 5ten durch $\bar{\bar{c}}$, $\bar{\bar{d}}$ ꝛc. und so fort durch Vermehrung der Ueberstrichlein kenntlich (die der 9ten Octave mithin durch = 6 vergleichen). Die erste Octave beginnt mit dem $\underline{C}$, der dann die des C folgt. Der Verein mehrerer Töne zu einem Accord ist consonirend, wenn es alle in demselben enthaltenen Intervalle sind; im entgegengesetzten Falle ist er dissonirend. Dem Gesange der Vögel fehlen die Intervalle, die, als solche, eine Folge von Tönen zur Musik erheben. Die innige Verbindung mit dem Zeitmaaße unserer einfachsten und innersten Lebens-Anregungen ist es, die der Musik ihre rhythmische und der Sprache ihre natürliche kunstrednerische (declamatorische) Haltung wie Bedeutung ertheilt. Die menschliche Stimme selber aber, sie ist es, deren Urtönung jene Klangfolgen entwickelt, welche die schöpferische Kunstweisheit des menschlichen Geistes zum Leben des Gesanges und zur dichterisch beweglichen Welt der Töne erhebt.

*) Indem jeder eingeschaltete Ton höher als der ihm nächst tiefere und tiefer als der ihm nächst höhere schwingt; da man dann im ersteren Falle nach dem tieferen die Einschaltung durch die Sylbe is oder durch ♯, im anderen nach dem höheren durch es, oder Beisetzung eines b anzeigt; z. B. Cis oder C♯ und Des oder D b. Statt Hes und aes setzt man jedoch, beziehungsweise für Ersteres ebenfalls b, für Letzteres as. Der Ton $\bar{a}$ wird auch durch bezeichnet.

sehr merklich fernt, welche eine Intervallen-Reihe in Beziehung auf den Grundton darbietet, wenn man hiezu den Ton C gewählt hatte, so gewährt sie dagegen mit ihrer nicht unbedingt reinen Temperirung oder Schwebung den sehr beachtenswerthen Vortheil: in ihr jeden Ton als Grundton behandeln zu können. Ist solchen Weges das Unreine der Grundstimmung in solchem Grade gleichmäßig vertheilt, daß man (ohne sehr merklich zu fehlen) annehmen darf: es seyen mit ihr zwischen den Zahlenwerthen I und $1/2$ (des Grundtons und der Octave) eilf mittlere geometrische Verhältnißzahlen als Ton-Zahlenwerthe gegeben, so ist ihre Temperatur die gleichschwebende, die, als solche, in den Stand setzt: für jede einzelne Tonica das derselben entsprechende Verhältniß der Töne zu temperiren. Bei der menschlichen Stimme und einigen Blasinstrumenten zeigt sie sich hiezu vollkommen brauchbar, bei anderen (vorzüglich bei einigen Saiten-Instrumenten) hingegen unzulänglich, und muß für solchen Fall von der ungleichschwebenden (Kirnberger's), d. i. von einer Temperatur vertreten werden, in welcher die Grundstimmung bezüglich solcher Töne, welche häufig als Grundtöne dienen, verhältlich sehr rein gehalten ist, dagegen auf andere, seltener als Grundtöne vorkommende, in dieser Hinsicht sehr zurücksteht und eben darum im Ganzen genommen eine ungleiche Haltung darbietet. — Bei musikalischen Instrumenten, welche die an oder in ihnen entwickelten Töne lange durchzuhalten vermögen [was z. B. bei der Orgel, Geige ꝛc., aber nicht bei dem Clavier der Fall ist], bildet sich, erklingen von ihnen gleichzeitig zwei stark anhaltende Töne (deren Schwingungen häufig zusammentreffen) ein dritter tieferer Ton, dessen Zahlenwerth stets = 1 ist, wenn das, aus den Zahlenwerthen beider ursprünglich entwickelten Töne, hervorgegangene Verhältniß in seinen kleinsten Zahlen ausgedrückt worden. Seiner Bildung gemäß hat man ihn Combinations-Ton genannt, außerdem ist er auch unter der Benennung Tartini'scher Ton bekannt, weil er von Tartini (beim Gebrauche der von ihm höchst meisterhaft gespielten Geige) zuerst wahrgenommen und benutzt worden ist. Wird z. B. $\bar{c}$ und $\bar{e}$, d. i. die Doppeloctave und die Doppelterz von C, deren Zahlenwerth-Verhältniß = 4 : 5, zusammenklingend angegeben, so hört man zugleich auch C, dessen Zahlenwerth = I. *)

c) Verschieden von den Combinations-Tönen sind jene höheren Töne, welche klingende Körper im Gefolge der von ihnen angegebenen tieferen

*) Der Abt Vogler erzeugte so, bei einer Orgel, den tieferen Ton nicht durch eine längere Orgelpfeife, sondern durch 2 kurze, deren höhere Töne dann aber zugleich mitgehört wurden, ohne dabei stets zu jenem Accorde zu stimmen, welchem der erzeugte tiefere Ton entsprach — Die Saitenlängen, wie die Zahlen der Schwingungen beider Temperaturen, der gleichschwebenden und der ungleichschwebenden, findet man S. 44 des II. B. m. Grundz.

Töne entwickeln. Es entstehen diese höheren Töne durch Theilung des klingenden Körpers (und derselben entsprechenden Schwingungsknoten-Bildung): während ihrer Schwingung. So giebt eine klingende Saite außer dem Haupttone sehr oft dessen Doppelquinte (die Octave seiner Quinte), so wie die Doppeloctave seiner Terz (seltener dessen Octave und Doppeloctave) an, und außer dem Haupttone einer gespannten Claviersaite hört man mehrere andere, den Grundton an Höhe übertreffende, mitstimmende (harmonische) Töne, die ursprünglich hervorgehen würden, wenn man die Saite nach den ganzen Zahlen 2, 3, 4, 5 ꝛc. getheilt hätte. Jede schwingende Saite schwingt schneller, als die Luft auszuweichen vermag. Hiedurch erfolgt dann Zusammendruck solcher Luft, die nun, sich wieder ausdehnend, auf die zu ihrem vorigen Bogenraume zurückkehrende Saite stoßend einwirkt und so in ähnlicher Weise Theilungen der schwingenden Saite verursacht (und damit höhere Töne), wie dieses Seitens der strömenden Luft und des Windes bei: denselben ausgesetzten Harfen, und mehr noch bei den Windharfen (sog. Aeolsharfen und Riesenharfen; a. a. O.) der Fall ist. Die sog. Flageolet- oder Vogels-Töne *) und die beim Singen durch die Fistel erzeugten Töne gehören nur zum Theil hieher.

*) Man entlockt dergleichen Töne einer Saite, z. B. jener einer Geige, oder einer Baßgeige (Violoncell) oder einer Alt-Tenor-Geige (Viola) dadurch, daß man sie zuvörderst in gewöhnlicher Weise greifend kürzt, dann aber mit dem Finger gelinde dämpft, dadurch aber theilt und, Schwingungsknoten erzeugend, zu schnelleren Schwingungen treibt. — Ueber das Organ der menschlichen Stimme vergl. a. a. O. II. 51. Während beim gewöhnlichen Einathmen der Luft [und beim Ausathmen des Stickgases derselben, sammt gasiger Carbonsäure und gasigem Wasser] die Stimmbänder ungespannt bleiben, sind sie dagegen beim Sprechen, wie beim Singen, durch die Muskeln mehr oder weniger gleichmäßig gespannt und so der Tönung durch Luftstoß fähig, die um so gleichmäßiger anhält, je mehr die Spannung gleichmäßig und gleichförmig verbleibt, und je mehr gleichförmig wie gleichmäßig der Gasstrom seine Stöße erneuet. Die festen Theile des Innenmundes ꝛc. wirken dabei Schall-verstärkend, also als Resonanz; das gesammte Stimmorgan selbst: ähnlich einer Zungenpfeife. Der bleibende Unterschied der Tonhöhen [z. B. der Stimme der Kinder und der Frauen, verglichen mit jener der Männer] ist hauptsächlich bedingt durch Dünne, Länge und Federhärte der gespannten Bänder; der (von der Willkür abhängige) wechselnde von der geringeren oder größeren Spannung der die Stimmritze bildenden Stimmbänder und von der Stärke und Schnelligkeit des die Stimmritze durcheilenden Gasstroms erzeugte Nasenton setzt, Joh. Müller zufolge, voraus: eine Verengung der Gaumenbogen, wodurch die Nasenhöhle zum Resonanzboden wird. Selten hat eine menschliche Stimme über 2 Octaven Umfang; die der Catalani umfaßte 3 1/2 Octaven. Während aber beim gewöhnlichen Sprechen und Singen die ausgestoßenen Gase die Bänder der Stimmritze in Schwingung versetzen, wird dieses bei der sog. Bauchrednerei zum Theil mittelst Einathmung bewirkt; vorzüglich aber ist es die mit der Resonanz verbundene Rückwerfung der Schallstrahlen, welche den Hörenden über den Ort der Laut- oder Ton-Entwickelung täuscht; eine Täuschung, der man um so eher unterliegt, wenn damit die Stärke der Schalle der Resonanz gewährenden Theile wechselt.

d) Für heilkünstlerische Zwecke wichtig ist das Stethoskop, d. i. ein beiläufig 1 Fuß langer und $^5/_4$ Zoll dicker, an einem Ende abgeflächter, der Länge nach durchbohrter Hartholz-Cylinder, dessen eines Ende der Arzt auf den leidenden Theil des Kranken setzt, während er das Ohr an das andere hält, um so aus der Eigenthümlichkeit des Geräusches zu erkennen: ob Innenhöhlungen vorliegen. — Wieviel auf die Richtung der, durch Mitschwingung Schallverstärkung bewirkenden Klangerreger, in Absicht auf Hörbarkeit der Klänge oder Laute ankommt, zeigt unter andern sehr deutlich Wheatstone's sog. Polarisation des Schalles (m. Grundz. II. 50), bewirkt durch eine klingende Stimmgabel, die man vor dem Ohre dreht; wie sie denn auch, wenn sie senkrecht auf den Resonanzboden gestellt wird, am stärksten, schief gestellt hingegen sehr merklich schwächer tönt, und wie eine einen bestimmten Ton entwickelnde Gabel der Art, wenn sie mit einer sehr beträchtlichen ebenfalls ertönenden Masse verbunden wird, deren Schwingungen sie nicht zu ändern vermag, in Schwingungsfolgen übergeht, welche bei jenen der größeren Masse gleichzeitig erfolgen. Ebenso sah Breguet zwei an demselben Metallboden befestigte, vollständige, in ihrem Gange nicht beträchtlich von einander abweichende Uhrwerke binnen Kurzem in übereinstimmenden Gang gerathen. — Jener Vorzug, den sog. ausgespielte Geigen ꝛc., im Gegensatz der neuen, in Absicht auf Reinheit der Resonanz darbieten, scheint auf einer durch öftere Tonerregung hervorgehenden größeren Beweglichkeit der festeren Theile zu beruhen.

e) Zur Messung der einem Tone zugehörigen Anzahl von Einzelschwingungen dient für Saiten der einsaitige Klangmesser (Sonometer) oder das Monochord (a. a. O. II. 45) und zwar in gleicher Weise, wie zur hieher gehörigen Vergleichung mehrerer Töne das Tetrachord verwendet wird. Versuche mit dem letzteren zeigen unter andern: daß die einfachsten Zahlenwerth-Verhältnisse, zweier oder mehrerer Töne, die angenehmsten Consonanzen gewähren. Genauere Messungen gewährt die von Cagniard-Latour erfundene und von Seebeck verbesserte Sirene (a. a. O. 38 u. 452) und Veranschaulichung der Schallwellen, der stehenden Luftwellen in den verschiedenen Pfeifen (so wie der Wasserwellen, der fortschreitenden und stehenden Seilwellen ꝛc.) gewährt Müller's nach Art der sog. Wunderscheibe oder stroboskopischen Scheibe eingerichtete Wellenscheibe. Verbindung zweier parallelen, kreisrunden, zu bestäubenden Scheiben durch einen, in ihrer Mitte senkrecht anzukittenden Glasstab, erzeugt, streicht man eine derselben mit dem Geigenbogen, dieselbe Klangfigur auf der zweiten nicht gestrichenen Scheibe, welche die erste darbietet; eine also hervorgerufene zweite Klangfigur nennt man eine Resonanzfigur. Ueber Savart's weitere Versuche: über verschiedene Einflüsse auf Wellenbildung und auf die Beschaffenheit der Klangfiguren ꝛc. vergl. a. a. O. 46 u. 452. Bestäubt man klingende Scheiben der Art mit Sand und

Lycopodium, so bilden sich auf den Schwingungsknoten-freien Flächentheilen kleine wechselnde Staubfiguren, die Faraday den erregten Luftströmungen zuschreibt (S. 1637). Strehlke machte die Klangfiguren durch Regenbogenfarben sichtbar, Wheatstone die Schwingungen klingender Stäbe, genauer beobachtbar, als solches bis dahin versucht worden, durch Erfindung seines phonischen Kaleidoskops oder Kaleidophons; a. a. O. 37. — Daß gute klangfähige Wärmeleiter, wenn sie nach starker Erhitzung zu regelmäßig wechselnden Abkühlungen gelangen, nicht nur gleichzeitig ungleiche Schallschwingungen und daher klangloses Geräusch (z. B. Knistern, wie es Platten jäh erhitzter metallener Stubenöfen zu entwickeln pflegen), sondern: in gleich langen Zeittheilchen erfolgende Schwingungen und hiedurch klangvolle Töne zu entwickeln vermögen, beobachtete zuerst Buchholz; Trevellyan gründete, auf ähnliche Beobachtungen gestützt, den nach ihm benannten Klangerreger, indem er einen gestielten, mit dem Endknopfe des Stiels eine Tischplatte berührenden, breiten und der Breite nach in Mitten gebogenen kupfernen (als solcher: Wärme vorzüglich leitenden) Stab, genannt der Wieger, auf ein kaltes, frisch geschabtes Stück Zink oder Blei legte; da dann der durch Wärmeableitung sich abkühlende Wieger wankend bald die eine, bald die andere Stelle des ihm zur Unterlage dienenden Ableiters (des Zinks oder Blei's) berührte, und seine eigenen hiedurch entstandenen Schallschwingen durch solche Berührung und Bewegungsmittheilung verstärkte.

f) In ähnlicher Weise, wie Savart die Resonanzfiguren sich bilden sah, so zeigen auch zwei neben einander gespannte, einander gleiche Saiten entlockt man der einen von ihnen z. B. durch Schlag einen Ton, gleiches Mitschwingen der anderen, nicht angeschlagenen Saite, das man leicht sichtbar machen kann durch kurze und schmale sog. (Spielkarten-Blatt) Reuter, oder auch durch zuvor aufgestäubtes Lycopodium, indem sie in Folge der Saiten-Bewegung abgeworfen werden und letzteres abgestäubt wird. Da solches Mitschwingen jedoch nur eintritt, wenn beide Saiten vollkommen im Einklange sind, so stützte Wary hierauf sein Verfahren Guitarren zu stimmen, ohne die Töne durch das Gehör zur Beurtheilung zu bringen, und da Wheatstone's das Mitklingen betreffende Versuche zeigten, daß z. B. ein in senkrechter Stellung den Resonanzboden eines Fortepiano berührender, schreibfederdicker Draht, wenn derselbe aufwärts rechtwinklig gebogen und dann, seiner wagrechten Richtung nach bis zu einem beträchtlich entfernten zweiten Fortepiano reichend, hier abwärts und wiederum rechtwinklig gebogen, dessen Resonanzboden berührt, die auf dem ersteren Instrumente entwickelten Töne hier wiederum deutlich vernehmen läßt, so fragt es sich: ob man solchen Weges nicht gleichgestimmte musikalische Instrumente unter sich so in Verbindung setzen könnte, daß man nur immer je eines derselben zu spielen brauchte, um gleichzeitig mehrere der Art zum Mittönen zu

bringen, die dann, ohne gespielt zu werden, die Wirkung des gespielten verstärken? Und da es zu solcher Verstärkung überhaupt nur einer Vergrößerung der Resonanz bedarf, so dürfte ähnliche Wirkungsverstärkung bei unseren Concertsälen eintreten, wenn man das sog. Podium (wie bei manchen Italien'schen Theater) aus möglichst vollkommenen Resonanzböden bestehen ließe; an jene Erzitterungen, welche die Knochengerüste der auf dem Podium stehenden oder sitzenden Personen hiebei zu erleiden hätten, würden diese sich freilich erst gewöhnen müssen; a. a. O. S. 37 u. 48.

g) Warum Longitudinalschwingungen höhere (und gellendere) Töne hervorbringen, als in Transversalschwingungen versetzte eben so lange Saiten? steht noch zu ermitteln; vielleicht, weil sie in dem Maaße von Drehschwingungen begleitet werden, wie die transversal schwingenden Saiten (Scheiben, Stäbe ꝛc.) von Longitudinalschwingungen, von denen die letzteren hervorgehen: weil jede seitliche Schwingung zugleich mit wechselnden Verlängerungen und Verkürzungen der klingenden Massen verknüpft ist. Oder tritt bei den longitudinal schwingenden Saiten ꝛc. ein, was bei den Glocken (Scheiben ꝛc.) der Fall ist, daß mit der größern Dicke die Tonhöhe wächst und hier also die Dicke der Saite nicht zur Ton-Vertiefung, sondern zu Ton-Erhöhung führt? Da übrigens die Stoff-Artung der longitudinal schwingenden Massen auf die Tonhöhe derselben den entschiedensten Einfluß ausübt (eine Stahlsaite giebt z. B. — Länge, Dicke und künstliche Spannung gleich gesetzt — einen höheren Ton, wie eine Messingsaite); *) so ergiebt sich hieraus ein Mittel: die Unterschiede solcher Artungen, also die chemische Verschiedenheit der Stoffe auch auf diesem physischen Wege anzuzeigen (und z. B. ob eine Glocke nur aus Glockengut besteht, oder zugleich Silber enthält; ob angebliche Silberdrähte wirklich aus Silber, oder nur aus versilbertem Argentan gebildet worden ꝛc.), wie man z. B. mittelst Lichtbrechung sich in den Stand gesetzt sieht, auf die Brennbarkeit, oder statt derselben auf die Größe der Verminderung derselben durch Oxygen-Gehalt, zu schließen; weil durchsichtige Medien schief einfallendes Licht nicht nur im Verhältniß ihrer Dichte, sondern auch ihrer Brennbarkeit stärker brechen (z. B. dem Einfallslothe zulenken, wenn der Lichtstrahl aus dem dünneren Mittel in solch dichteres übertrat; oben S. 109), und wie Archimedes auf die Verfälschung einer angeblich goldenen Krone (des Tyrannen Hiero zu Syrakus) schloß, als er, die Krone zuvörderst

*) Des Stahles Dichte ist (Wasser = 1 gesetzt) gleich 7,795; die des zu Draht gezogenen Messings gegen 8,5; jene des gehämmerten Goldes (s. w. oben) = 19,263; des gegossenen = 19,258. — Es sollen die Schwingungszahlen, und mithin die Tonhöhen ungleichgearteter (im Uebrigen aber gleicher) Saiten sich verhalten umgekehrt, wie die Quadratwurzeln ihrer Dichte.

an der Luft, dann im Wasser wägend fand, daß sie im letzteren Falle weit mehr am Gewichte verlor, als sie hätte verlieren können, wenn sie nur golden gewesen wäre; oben S. 41, 44 ff.

h) Das gewöhnliche Stimmen der musikalischen Instrumente wird begründet durch das vom musikalischen Gehör abhängige und [weil dieses bei je zwei Personen selten vollkommen gleich ist] darum gemeinhin mehr oder weniger schwankende Urtheil. Diesem Uebelstande abzuhelfen, erfand Heinrich Scheibler (weil. Seidenmanufacturist zu Crefeld) ein durchaus eigenthümliches, vom musikal. Gehör unabhängiges neues Stimmungsverfahren, das er in seiner „Anleitung, die Orgel vermittelst der Stöße (oder Schwebungen; Französisch Battements) und des Metronoms*) correct, gleichmäßig zu stimmen", ausführlich beschrieben hat, und das zunächst auf dem Verhältniß der Combinationstöne (S. 1650) zu denen zu ihrer Entstehung nöthigen Tönen gegründet ist. **)

*) Ein richtiges Metronom (S. 1642) muß in einer Minute so viele Schwingungen machen, als die darauf verzeichneten Zahlen besagen, wenn man das Laufgewicht desselben unter jene geschoben hat.

**) Wenn 2 Töne unisono (im Einklange) sind und man erhöhet oder vertieft dann einen derselben, so vernimmt man, läßt man beide gleichzeitig hervorgehen, ein Trommel-artiges Ertönen, genannt Stoß, das um so mehr an Schnelligkeit gewinnt, je weiter beide Töne in Absicht auf Höhe von einander fernen. Auch Terzen, Quinten und Octaven stoßen, wenn man einen dieser Töne von seiner Reinheit entfernt. — Zahlreiche verschieden gestimmte Stimmgabeln sehten S. in den Stand, solchen Weges jede gewünschte Stimmung herzustellen. Die gewöhnlichen Stimmgabeln geben den durch $\overline{a}$ bezeichneten Ton an; unten an der Krümmung zeigen sie 2 nahe an einander liegende Schwingungsknoten; ihr höchster Ton tritt hervor, sofern sie 4 Schwingungsknoten darbieten. In der sog. (auch wohl „Mundharmonica" genannten) Maultrommel bringt die federharte stählerne sog. Zunge zunächst nur einen (nicht unbeträchtlich tiefen) Ton hervor, dann aber auch höhere, sofern die mit ungleicher Stärke darauf gestoßene Luft sie theilt, jedoch vorzüglich, weil nicht nur diese Feder, sondern hauptsächlich: weil die vom Munde eingeschlossene Luft durch die Bewegung der lebenden Zunge bald mehr bald weniger ähnlichen Theilungen und denselben entsprechenden Schwingungsknoten-Bildungen unterliegt. Aehnlich sind auch die verschiedenen Töne des Accordeon und der gemeinen sog. Mundharmonica bedingt; denn der durch Ausweiten und Wieder-Zusammendrücken des Blasebalgs sich bildende Dreiklang (Accord, Trias harmonica) nach einander folgender Töne wird durch wechselnden Stoß der einströmenden Außenluft und diesem folgenden der ausströmenden (zusammengepreßten) Innenluft hervorgerufen, indem diese ungleichen Stöße die hohlgestellten, mit Resonanz versehenen dünnen, messingenen Innenstäbchen treffen. Zugleich kommt es hiebei auch, und mehr noch bei der eigentlichen Stahlstäb-Harmonica, zu stellenweiser Schallwellen-Aufhebung durch Interferenz; denn überall, wo unmittelbar ausgehende Schallwellen mit gleich großen zurückgeworfenen so zusammentreffen, daß Berg der einen Welle mit Thal der Gegenwelle in denselben Raum gelangt, tritt Interferenz ein (oben S. 1648); wie denn vergleichen auch der schwingenden Stimmgabel zwischen ihren beiden Zinken begegnet. Auch erzeugt jeder schwingende Stab gleichzeitig, nach der Richtung seiner Ausbeugung, eine verdichtete und nach jener seiner „Ein-

i) Wie das zwischen zweien einander gegenüber parallel stehenden Spiegeln entwickelte Licht (z. B. des beleuchteten Gegenstandes) unendlich oft zurückgeworfen und das Bild desselben mithin hinter einander eben so oft, durch Abnahme seiner Stärke (Intensität) jedoch bald bis zur Unwahrnehmbarkeit wiederholt wird, so auch Schallwellenfolgen, welche zwischen zwei dergleichen Flächen entwickelt werden, in so weit sie dabei nicht der Interferenz unterliegen. Folge hievon ist dann das vielfache Echo (S. 135). Wo dergleichen Rückwerfungen so eintreten daß Berg der Welle mit dem der Gegenwelle, und Thal der ersteren mit Thal der letzteren in demselben Raum zusammentreffen, verstärken sie einander; z. B. beim Echo des: Roßtrappe genannten Harzgebirg-Felsens. Da eine Wand, oder deren Vertreter, wenigstens 56 Fuß vom Urschall entfernt seyn muß, wenn sie ein einsylbiges Echo (und 512′, wenn sie ein neunsylbiges) gewähren soll, so ist klar, daß man in Wohnzimmern Seitens der Wände, der Decke und des Fußbodens durch Rückwerfung wohl Verstärkung, aber nicht Erzeugung eines Echo erwarten darf, wohl aber, bei großen Sälen, Hallen ꝛc. mehr oder weniger widriges Nachhallen, das man jedoch dadurch aufzuheben oder sehr zu schwächen im Stande ist, daß man die Wände, die Decke und den Fußboden mit möglichst wenig federharten Decken bekleidet, so wie auch durch Zierrathen, welche die Schallwellen durch mannigfache Rückwerfung zertheilen und durch dabei eintretende Interferenzen theilweise aufheben, vorzüglich aber dadurch, daß man Hohlwände aufführt und diese mit lockeren, häufigen Wechsel von beweglichen starren und luftigen Theilchen darbietenden Körpern füllt, z. B. mit Papierschnitzeln, Sägmehl ꝛc., die dann zugleich den Vortheil gewähren: die Wärmeleitung der Wände im hohen Grade zu schwächen.

k) Vorausgesetzt daß der Schall, wie van Moll's Versuche es ergaben, in einer Secunde um 1050 Pariser Fuß die Luft durchstrahlt, wenn diese 15° C warm ist, so verhält sich die Geschwindigkeit des Schalls zu jener des Lichts (42,000 Meilen à 20,000 Paris. Fuß in 1 Sec.) wie 1 zu 800,000, und zu der Elektricitäts-Leitung (berechnet zu 62,000 Meilen in 1 Sec.) wie zu 1180,953.

5) a) Euler verwarf (in seinen Briefen an eine deutsche Prinzessin) die von Newton u. A. aufgestellte Voraussetzung, daß das Licht Eigenwesenheit habe und dem gemäß Durchsichtiges durchstrahle, weil dieses leere Zwischenräume (Poren) enthalte, mit der Entgegnung, daß Medien, welche Punkt für Punkt nach allen Richtungen vom Lichte durchstrahlt werden können (z. B. reine, Dunst- und Rauch-freie Gase),

biegung" eine verdünnte Luftwelle, dadurch aber nothwendig um sich herum Stellen, in welchen Verdichtung und Verdünnung sich ausgleichen; weßhalb denn auch zu schnelles Drehen einer schwingenden Stimmgabel in der auf ihre Länge senkrechten Richtung gar keinen Ton zum Entstehen gelangen läßt.

durchgängig aus leeren Räumen bestehen müßten; E. verfiel aber, indem er statt der leeren Räume ein unbedingt bewegliches, höchst ausgedehntes gasiges Flüssiges, den von ihm angenommenen Aether voraussetzte, demselben Einwurfe. Der Verf. dieses Hdbs setzte (in seinen Lehrbüchern und akademischen Vorträgen) diese Bemerkung der E.'schen Annahme eines dergleichen, in Vollendet-Durchsichtigen angeblich überall vorhandenen, Aethers entgegen, und fügte in seinen öffentlichen zu Erlangen 1840 und zu Mainz 1842, in den Versammlungen deutscher Naturforscher und Aerzte gehaltenen Vorträgen hinzu, daß die Annahme eines Aethers unnöthig sey, wenn man die Erzeugung des Lichtes durch chemische Mischung (z. B. durch Verbrennung) von der Bewegung ableite, in welche der Aether hiebei durch die sich mischenden Stoffe versetzt werde; weil das voraussetze, daß diese Stoffe hiebei wenigstens mit einer Geschwindigkeit sich bewegen, welche jener des Lichtes gleichkommt, und daß also bewegte Stoffe solche Bewegung auch anderen Stoffen mitzutheilen sich in den Stand gesetzt sehen, kraft der für alle Stoffe gültigen Mittheilbarkeit der Bewegung; *) was daher Licht von Wärme (Elektricität und Magnetismus) ursprünglich unterscheide, sey die Form und die daraus (ihrer Möglichkeit nach) ableitbare Geschwindigkeit der zu untergeordneten Bewegungs-Ganzen (zu Wellen) sich zusammenstellenden kleinsten Stoffgrößen oder Ur-Theilchen. — Ueber den Ursprung des Sonnen- und Fixstern-Lichts, und damit über alles Welt-Licht, sind bis dahin nur Vermuthungen gegeben; daß das Sonnenlicht kein Verbrennungslicht seyn kann, ist bereits früher (S. 276) nachgewiesen worden; daß es elektrisches sey, wird von Mehreren vorausgesetzt; eine Voraussetzung, die in Faraday's Entdeckung des Magneto-Elektricismus und Hansteen's Beobachtungen, betreffend den Magnetismus einiger Weltkörper, zwar einige Unterstützung, jedoch in der Schwäche des Nord- und Südlichts und der Thatsache, daß die Sonne in Mitten ihrer sog. Scheibe die stärkste, in polarischen Gegenstellen diesseits und jenseits der Mitte keine ausgezeichnete Leuchtung gewährt, **) nur verneinenden Widerspruch findet. Daß die

---

*) Melloni hält Wärmestrahlen für Aether-Undulationen, die von denen des Lichtes sich durch größere Länge unterscheiden, und erachtet Wärme überhaupt als eine von den Aether-Pulsationen den wägbaren Materien mitgetheilte Bewegungsgröße. Dann würde also, z. B. bei der Mischungswärme, zuerst der Aether bewegt (durch wen? durch die schon in Bewegung, nämlich in Mischung begriffenen Theilchen der hiebei gegenthätigen wägbaren Stoffe) und dann durch dessen Bewegung auch jeder jener Stoffe, welche ihn selbst zuvor in Bewegung gesetzt hatte!!

**) Die Sonnenflecken (a. a. O. II. 95) erachtet Herschel d. ä. für stellenweise Entblößungen der an sich dunkelen Sonnenoberfläche, von der von ihm vorausgesetzten (von der Sonne 500 bis 600 Meilen fernenden) Photosphäre; der Verf. dieses Hdbs: für wenig bewegte und zum Theil festen Stand behauptende Wolken, deren Rand durch Phosphorescenz leuchtend die Sonnenfackeln

Umschwungsschnelle der sog. Photosphäre der Sonne zur Licht-Entwickelung beizutragen vermöge, ist zur Zeit unerwiesen, und mit dem Erfolge möglichst beschleunigter irdischer Umschwungs-Bewegung im Widerspruche. Auf der Erde kennt man folgende Arten der Licht-Entwickelung: durch chemisches Mischen, durch Elektricität (die wahrscheinlich auch beim chemisch erzeugten Licht sich als die eigentliche Leuchtungs-Bedingung bethätigt und ebenso auch: beim Leuchten durch „Reiben", „Druck", „Stoß", „Krystallisiren", „Verdampfen", z. B. des Phosphors, und „Erwärmen": ohne daß es dabei zur Gluth kommt; vergl. m. Grundz. II. 206 ff.), durch Wärme (Bläulichroth-, Dunkelroth-, Hellroth- und Weiß-Erglühen) und Verminderung der Wärme-Ableitung, *) durch Lebensbethätigung,

---

(a. a. O.) erzeuge, während die uns zugewendete, vom Rande eingeschlossene Innenfläche unbeleuchtet bleibt und daher auch nicht zur Phosphorescenz gelangt. Neuerlich hat man sie für vulkanische Rauchsäulen halten zu müssen geglaubt.

*) Zum Theil gehört hieher auch das Fortglühen der Platin-Blättchen und -Drähte, so wie auch der spiralförmig gewundenen Goldblättchen, wie es vor 24 Jahren Fusinieri beobachtete, wenn er diese Metalle rothglühend in Aether- oder Camphor-Dampf tauchte, und wie es an Pt-Drähten auch schon früher von E. und H. Davy beobachtet worden war, und das Reinsch unter ähnlichen Bedingungen auch im Alkohol-Dampf wahrnahm, und nicht nur an edlen Metallen, sondern auch an Eisen- und Messing-Draht, bei denen (als leicht oxydirbaren Metallen) es F. für nicht füglich möglich erachtet hatte; Giorn. di Fisica, Chim., Stor. nat. Marzo ed Aprile 1824. S. 133 ff. u. Jahrb. für pract. Pharm. rc., herausg. von Herberger u. Winckler XII. 359 u. XIV. 172 ff., wiewohl Murray schon Stahldraht in Aetherdampf erglühen sah, wenn er Pt berührte. Chromsäure erglühet im Alkoholdampf, wie im Ammoniakgase und desoxydirt sich dabei zu grünem Oxyd. Theil an solchem Erglühen hat aber auch, und wahrscheinlich hauptsächlich die dergleichen Dämpfen durch das Metall erwachsende Verdichtung, und dadurch bewirkte Wärme-Entwickelung. Wenn aber manche Metalloxyde während ihrer Glühung plötzlich und äußerst lebhaft leuchtend werden, so scheint dieses nicht sowohl Folge verminderter Wärmefassung zu seyn, wie Manche angenommen haben — denn mit der Steigerung der Hitze wächst ja die Wärmecapacität und müßte also gerade das Gegentheil erfolgen — sondern entstandener Phosphorescenz und zum Theil auch eingetretener Thermo-Elektrisirung und daraus erwachsener Elektricitäts-Entstrahlung; für letztere Ursache spricht einigermaßen die nach dem Hellleuchten eintretende, an thermomagnetische Wirksamkeit erinnernde, große Cohärenz solcher Oxyde, z. B. der Stibsäure und mancher Salze derselben. — Zu den weiterhin bemerkten Leuchtungen durch Reiben (m. Grundz. II. 740, 751) gehört auch das des Goldes, wenn es gegen Glas gerieben wird, das fast so stark erscheint, als jenes des stark geriebenen oder statt dessen erhitzten Diamant; ein Beispiel von Krystallisations-Leuchten gewährt auch die $\overline{Bz}$; S. 990. — Zu den besten sog. „Phosphoren durch Erglühen" gehört der Kalk. Als Drummond die andauernde Flamme stark zusammengepreßten Knallgases auf einen, in seiner Längenaxe von einem Drahte durchstochenen und getragenen Kalkcylinder wirken ließ, gerieth dieser in so heftige Gluth und so lebhaftes Weiß-Leuchten, daß die Stärke dieses Lichtes jene des Sonnenlichtes beträchtlich übertraf. Daher die in neuerer Zeit stattgehabte Verwendung dieses Weißlichts, statt des Sonnenlichts, zur Beleuchtung jener kleinen Gegenstände, deren Bild man

wohin auch das Meer-Leuchten gehört, und durch vorangegangene Beleuchtung (zumal durch Sonnenlicht) oder sog. „Beleuchtungs-Phosphorescenz"; Beispiele dieser 5 Haupt-Arten der Licht-Erregung sind bereits im Vorhergehenden beschrieben worden; außerdem stehen zunächst zu vergleichen m. Grundz. a. a. O. u. ff.

b) In Beziehung auf Anwendung des Licht-Gesetzlichen sind hauptsächlich zu beachten: die Gesetze der Spiegelung, Brechung, Beugung, der sog. Farbenzerstreuung oder vielmehr: Farben-Erzeugung und die der Wirkungen des Lichtes; von diesen hauptsächlich jene seiner Wärme- und Elektricitäts-Erregung (denen man, erhobener Widersprüche ohngeachtet, auch die der „Magnetismus"-Erregung beigesellen darf; s. a. a. O. über Photo-Magnetismus II. 320 u. 396) und die seiner Erregung und Beschleunigung der Lebensbethätigungen, ins Besondere der in pflanzlichen und der Wirbelsäulelosen thierlichen Lebwesen. Nachträglich zu dem in dieser Hinsicht bereits Erläuterten, hier noch Folgendes:

α) Mit Zunahme der Dünne und der Reinheit der Luft (in Beziehung auf Dunst, Rauch und Staub) wächst ihre Durchsichtigkeit; daher erscheinen uns auf sehr beträchtlichen Höhen entfernte Gegenstände sehr nahe, weil wir von ihnen so viel Licht zugestrahlt bekommen, als wir sonst nur in verhältlich großer Nähe von ihnen erhalten. *) Daher sind die Bewegungen optischer Telegraphen, alles Uebrige gleichgesetzt, um so mehr sichtbar, je höher dergleichen Fernschriftler aufgestellt worden.

β) Jeder Stoff, und daher auch jeder Körper, der beleuchtet wird, erleidet dadurch gewisse Veränderungen seiner getroffenen Oberfläche, und zwar um so stärkere, je gleichmäßiger das

---

sonst durch Sonnenlicht-Mikroskope zwar sehr starker Vergrößerung zu unterwerfen vermochte, aber, aus Mangel hinreichender Intensität solchen Lichtes, nicht der Vergrößerung entsprechend deutlich darstellen konnte, während man nun, mittelst des sog. Kalklichts, sich in den Stand gesetzt sieht, z. B. das Bild eines kleinsten Tröpfleins Wasser zu 16 Geviertfuß Fläche ausdehnen und so in demselben vorhandene kleinste Gegenstände, z. B. Infusorien-Eier, zur vollkommensten und deutlichsten Wahrnehmung zu bringen. Aber auch bei noch weit beträchtlicheren Vergrößerungen sieht man nie Kügelchen von O oder H neben einander, sondern stets nur ungetheilt zusammenhängende Wassermassen.

*) Die Stärke (Intensität) des Lichtes Licht-entstrahlender Körper verhält sich verkehrt wie das Quadrat der Entfernung von der beleuchteten Fläche; oben S. 1643. Um daher z. B. zu bewirken, daß eine von zwei brennenden Kerzen beleuchtete Fläche, bei doppelt so großem Abstande von den Kerzen, eben so lebhaft beleuchtet erscheine, werden statt zwei vier, bei dreifacher Entfernung neun Kerzen erfordert. Uebrigens gewinnen 2 brennende Kerzen, durch gegenseitige Annäherung, nicht nur dem erwähnten Gesetze gemäß an Leuchtstärke, sondern auch, weil ihre Flammen sich gegenseitig erhitzen, was sowohl das Emporsteigen der Flammenwärme steigert, als zugleich auch mit solcher Hitzvermehrung die Verbrennung beschleunigt, damit aber die Licht-Entwickelung vermehrt.

Licht dieselbe zu bestrahlen vermochte; daher je mehr glatt die Oberfläche war und je weniger Dunst und Rauch die sie umgebenden Gase enthielten. Beide Verhalten finden ihre genauere Bestimmung und Verwendung in Daguerre's und Moser's hieher gehörigen Entdeckungen und Erfindungen. Durch Versuche von Scheele, Böckmann, Ritter, Herschel d. ä., Wollaston, Ruhland, Berard, v. Grotthuß, Bucholz, Seebeck, der Lady Sommerville u. A. wußte man, a) daß Chlorsilber, wenn es vom Tageslicht getroffen, purpurn, bläulich und schwärzlich gefärbt wird, indem es theilweiser Zersetzung unterliegt, so daß zuletzt ein sehr wenig Chlor enthaltendes Subchlorür des Silbers verbleibt (was man sonst für gänzlich reducirtes, d. i. chlorfreies Silber hielt), und daß diese theilweise Herstellung des Silbers im prismatischen Farblichte, nicht in der Farbe am schnellsten und stärksten erfolgt, die am lebhaftesten leuchtet, sondern vielmehr in jener, welche am wenigsten leuchtend wirkt, im Violett, und weit mehr noch außerhalb desselben, ohnfern seiner Grenze; b) daß überhaupt aber die Stärke dieser Farblicht- und Dunkelstrahlen-Wirkung abhängig sey von dem Mittel, das von solchem Licht durchstrahlt wird, bevor letzteres das weiße Chlorsilber erreicht; so daß es Fälle geben kann, in welchen dergleichen Lichtwirkung auf das Chlorsilber gar nicht eintritt (v. Grotthuß u. L. Sommerville); *) und c) daß auch saures azotsaures Silberoxyd durch Beleuchtung nicht vollkommen zu Silber hergestellt werden kann, daß aber d) empfindlicher für Licht, als dergleichen aus Silberauflösungen durch Kochsalz gefälltes Chlorsilber, jenes sey, welches entsteht, wenn man eine polirte Silberplatte der Einwirkung des durch atmosphärische Luft verdünnten gasigen Chlors aussetzt, und daß dieses im noch höheren Grade der Fall ist, wenn man in gleicher Weise mittelst Brom- und besser noch: mittelst in besagter Weise sehr verdünntem Jod-Dampf die Platte mit einer höchst dünnen Schicht von Brom- oder Jod-Silber bedeckt; dieses letztere (d) wurde jedoch erst später, nachdem Daguerre die große Empfindlichkeit einer also hergestellten Jodsilberfläche erprobt hatte, gefunden.

γ) D. führte diese Entdeckung zur Erfindung der nach ihm „Daguerreotypie" genannten Lichtbildnerei. Setzt man nämlich die Silberoberfläche (einer mit Silber sehr dünn plattirten Kupferplatte), die man zuvor mit auf's Feinste gepulvertem, unmittelbar vor dem Gebrauche ausgeglüheten und dadurch von anhängenden flüchtigen Stoffen,

*) Letztere sah das Farblicht keine Schwärzung bewirken, wenn es zuvor durch dünne Plättchen des Glimmers oder des grünen Glases gegangen war, während Smaragd das Licht ungeändert wirken ließ; Steinsalz, weißes, blaues und violettes Licht, waren am meisten durchstrahlbar von ungeändert wirksam bleibenden sog. chemischen Strahlen.

so wie von verdichteter Luft möglichst befreietem Tripel auf's Vollkommenste polirt und dann durch Joddampf von sehr geringer Dichte (entstanden durch Entwickeln des J. aus zuvor jodirtem Holz, bei gewöhnlicher Luftwärme) unter Ausschluß alles Lichtes jodirt hatte, nun, in einer tragbaren Camera obscura (m. Grundz. II. 235 ff.) dem vom Spiegel derselben zugeworfenen, einem beleuchteten Gegenstande entstammenden Lichte aus, so schwächt dieses (durch gleichnamige Elektrisirung?) die chem. Anziehung der beleuchteten Silberstellen zu dem Jod, ohne dieses zu entbinden — denn Amylon-Lösung wird in der zugehörigen Luftschicht nicht gebläuet — in solchem Grade, das jetzt Mercurdämpfe, in welche man (ebenfalls unter Abhaltung alles weiteren Lichteinflusses) hierauf die Platte bringt, diese Stellen amalgamiren und so physisches Punkt für Punkt: Silberamalgam-Kügelchen an die Stelle des ehemaligen Jodsilbers gelangen lassen, welche, als solche, auffallendes Licht allseitig (und dadurch zu lebhafter Glänzung führend) spiegeln, während die nicht beleuchtet gewesenen Stellen, nachdem man ihnen durch Einlegen der also behandelten Platte in eine wässrige Lösung von unterschwefligtsaurem Natron, oder, minder wirksam, in eine siedend heiße von Kochsalz: alles Jodsilber entzogen hatte, nur den gewöhnlichen Silberspiegel einer reinen Silberplatte darbieten. *) Nichtjodirtes blankes Silber, und ebenso auch das annoch jodirte Silber, schlagen Mercurdämpfe von sehr geringer Spannung (also kalte Dämpfe; Mr verdampft noch bei einer Kälte von — 15° C) nicht an sich nieder. Setzt man aber jodirte Silberplatten zu lange dem Lichte aus, so färben sie sich nicht nur goldgelb, sondern endlich schwarz, und solchen Weges entstandene Bilder werden negative genannt, weil sie dort dunkel erscheinen, wo der Gegenstand des Bildes helle Stellen, und dort hell, wo er mehr oder weniger dunkle dargeboten hatte. Ueberhaupt aber darf man die jodirten Platten nur kurze Zeit dem Lichte aussetzen, zumal dem sehr hellen bei klarem Tages-Himmel, und Platten, an denen man nach dem Herausnehmen aus der Cam. obsc. gar keine Veränderung wahrnimmt, gewähren, dem Mercurdampf überlassen, nicht selten sehr deutliche Bilder. E. Becquerel zufolge macht Bedeckung mit rothem Glase, selbst beim Ein-

*) Schon H. Davy hatte mittelst des Sonnenmikroskops die Bilder kleiner Gegenstände auf mit Chlorsilber überzogenem Papier dargestellt, aber fortdauernde Einwirkung des Tageslichts zerstörte sie bald; glücklicher war Niepca in hieher gehörigen Versuchen, aber nur Daguerre erfand das beschriebene, jetzt so häufig befolgte Verfahren. Tageslicht, in Verbindung mit atm. Luft, und letztere auch bei dunkler Nacht, zerstören die Lichtbilder, darum muß man sie mit Glas bedecken. — Moser, und auch Bayard, sah AgCh, das nur kurze Zeit dem Lichte ausgesetzt gewesen, sich schwärzen, als es Mercurdämpfen ausgesetzt wurde; so daß also diese Dämpfe leisteten, was außerdem lange Zeit andauernde Beleuchtung gewährt haben würde.

wirken frei einfallenden Sonnenlichts, zunächst positive Bilder hervorgehen (die in Absicht der stellenweisen Hellungen und Dunkelungen dem Gegenstande gleichen), die jedoch bei lange andauernder Beleuchtung ebenfalls negativ werden. Daguerre'sche Bilder gewähren indessen nie vollkommen richtige Verhältnisse von Licht und Schatten, weil manche Arten von Farblicht, z. B. das grüner Stellen des Gegenstandes (z. B. der Baumblätter rc.), auf das jodirte Silber ganz wirkungslos sind, und durch Ausgleichung zu Weißlicht (z. B. mittelst rothen Glases) immer nur sehr wenig wirksam werden; daher erscheinen die Bilder der Bäume stets ganz schwarz. Uebrigens kann auch wohl und wachsfrei geglättetes, mit ächtem, reinem Silber überzogenes Papier die Stelle der plattirten Kupferplatten vertreten? Talbot's photographische Bilder gehören zum Theil hieher, insofern er nämlich auf besonders zubereitetem, von ihm kalotypes genanntem Papier in der Cam. obsc. ein negatives Bild erzeugt und dieses durch gelöstes Kaliubromid [KBr] festigt, das Papier dann mit einem zweiten Blatte kalotypen Papiers dem Sonnenlichte aussetzt und durch dessen Hindurchwirkung auf diesem zweiten Blatte ein positives Bild zu Stande bringt, und so auf jedem dritten, vierten rc. Blatt, so daß man mittelst des ersten Blattes eine große Menge positiver Bilder derselben Art hervorzubringen vermag. Niepca de Saint Victur, der zuvor (S. 1661 Anm.) erwähnte Miterfinder der Daguerreotypie, bemerkte jüngst, daß die schwarzen Stellen der Kupferstiche, so wie der Steindrucke schneller, eindringlicher und mehr Jod einsaugen, als die weißen, wenn die Kupferstiche rc. von Jod-Dämpfen bestrichen, oder, statt dessen, kurze Zeit in wässrige Jod-Lösung getaucht werden. Als N. darauf, diesen Wink beachtend, einen in solcher Weise jodirten Kupferstich oder Steindruck gegen sog. gestärktes Papier *) preßte, sah er dieses, nach der Entfernung des Kupferstiches, an allen jenen Stellen, welche zuvor von den schwarzen Jod-reichen des Kupferstichs berührt worden waren, violett-farbig, bis in die feinsten Schattirungen; preßte man nun solches farbig gewordene Papier gegen eine Kupferplatte, so festigte sich das ganze solcher Weise auf die Platte übertragene Bild in vollkommenster Treue auf derselben und machte so den das Bild wiedergebenden Kupfer-Stich entbehrlich.

δ) Moser setzte, in Folge des Studiums der Daguerre'schen Licht-

---

*) Das ist Papier, welches zuvor in ähnlicher Weise, wie die Wäscherinnen Leinwand, Kattun und dergleichen mit: bis zur sog. Lösung verdünntem Stärke- (d. i. Amylon-) Kleister tränken, mit Amylon getränkt und dann an der Luft getrocknet worden war. Das Amylon solchen gestärkten und getrockneten Papiers hält dabei immer noch Wasser genug zurück, um Jod anziehen und binden zu können. Während eine mit siedendem Wasser bereitete Amylon-Lösung vom Jod dunkel gebläuet wird, färbt letzteres mit kaltem Wasser angerührtes Amylon purpurn oder violett; oben S. 1348.

bildnerei, unter andern eine polirte Silberplatte, die er mit einem Schirme bedeckt hatte, in dem zuvor allerlei Figuren ausgeschnitten worden, dem Sonnenlichte mehrere Stunden lang aus, entfernte dann den Schirm und hauchte sie an; sie beschlug mit Dunst (Thau) überall, wo das Licht hatte frei einfallen können, und zeigte jene Figuren in feinster Thauform, und in ähnlicher Weise verdichtete sie auch Mercurdämpfe und Joddämpfe an solchen Stellen stärker, als an den nicht beleuchtet gewesenen. Da man weiß, daß Licht Wärmedurchstrahlung sehr fördert (Feuerstrahlen gehen z. B. leicht durch Eis von einer solchen Dicke hindurch, daß dunkle Wärmestrahlen von demselben zurückgeworfen werden) und ebenso auch: daß sehr geringe Rauheit für Wärme-Entstrahlung sehr förderlich ist, so scheint es: daß die dem Silber durch Beleuchten gewordene Phosphorescenz nicht nur noch nach der Erkaltung zu wirken und Wärme-Entstrahlung zu fördern fortfuhr, sondern zugleich auch, unter solcher Begleitung: feinste Ab- und Aufreißung der äußersten Silberschichtchen bewirkte? M. folgerte aber aus diesem und ihm ähnlichen Versuchen: das Licht erweckt das (und befördert schon vorhandenes) Vermögen aller Stoffe, Dämpfe zu verdichten, und was für die Wärme das Thermometer ist, das sind die Dämpfe, mit ihrer Verdichtung, für das Licht; ferner: dergleichen bereits verdichtete Dämpfe vermögen die Wirkung des Lichts selbst fortzupflanzen, indem sie vor ihrer Verdichtung latentes (gebundenes) Licht enthalten, das bei ihrer Condensirung frei wird und wirkt; daher bilde sich auf einer Silberplatte auch ein Bild, wenn man mit einem an der Kugel eines Thermometers hängenden Tropfen reinsten Wassers das Bild (Schriftzüge ꝛc.) auf der Platte entwerfe, das Wasser solchen Bildes dann durch Erwärmen der Platte entferne und nun die Stelle anhauche, oder der Berührung von Wasser- oder Jod-Dampf aussetze; da dann das Bild wieder sichtbar werde. Zu bemerken steht hiebei: daß die äußerste Oberfläche jedes Körpers, also auch die der Silberplatte durchsichtig ist, *) und daß mithin, da Durchsichtigkeit große, nämlich Licht-Beweglichkeit voraussetzt, Verdampfungskälte (des Bild-Wassers) auch Verschiebungen der äußersten Oberflächenschicht zur Folge haben kann, die mehr oder weniger bleibend ausfallen. Wenn ein entstehendes positives Bild dem freien Sonnenlichte ausgesetzt wird, so geht es nicht hervor, sondern die ganze jodirte Silberfläche wird geschwärzt;

*) Fällt ein Lichtstrahl gegen einen ebenen Spiegel, und ebenso auch gegen jede ebene Fläche undurchsichtiger Körper schief ein, so wird er, vom prüfenden Auge genau verfolgt, nicht unter einem meßbaren Winkel nach der entgegengesetzten Seite hin zurückgeworfen, sondern zuvor (scheinbar vor der Fläche) gekrümmt, und war der Spiegel farbig, z. B. ein vergoldeter, so bietet der zurückgeworfene Strahl dieselbe Farbe dar, woraus folgt, daß er durch die oberste Schicht der Spiegelfläche hindurchgedrungen war, bevor er den Spiegel verließ; m. Grundz. II. 212 u. m. Experimentalphys. 2te Aufl. II. 463 ff.

M. nennt solche Bildzerstörung die Nivellirung desselben und fand: daß ein beginnend-negatives Bild vom Sonnenlichte ebenfalls nivellirt wird, ein weiter gediehenes hingegen weder vom Sonnenweißlichte noch von irgend einem Farbstrahle, sondern vielmehr sofort in ein positives übergeht, und daß ein Farbstrahl um so größeres Nivellirungsvermögen besitzt, je brechbarer er ist.

8) Legt man auf eine mit vielen Figuren versehene Achatplatte schmale Glimmerstreifen und auf diese eine jodirte Silberplatte, so daß diese 1/5 Linie von der Achatplatte fern't, und bringt dann nach einigen Minuten erstere in den Mercurdampf, so zeigt sie im Abbilde die Figuren der Achatplatte. M. stellt diesen Versuch in vollkommen verfinsterter Umgebung an, und schließt aus demselben, so wie aus mehreren ähnlichen: daß die nicht erhellten Körper dunkle Strahlen entwickeln, welche (an Brechbarkeit jene sog. chemischen, jenseits des Spectrum-Violetts, übertreffend) auf die Netzhaut des Auges nicht einwirken (weil sie die brechenden Medien des Auges nicht zu durchdringen und daher die Netzhaut nicht zu erreichen vermögen). Daß dunkle Gegenstände nicht nur insofern gesehen werden, als sie beleuchtete Umgebungen begrenzen (die Hellung verneinen), sondern weil sie Lichtstrahlen entwickeln, deren Wellenlänge zu den hellen sich ähnlich verhält, wie die der sog. strahlenden Kälte zu den wärmenden, folgerte der Verf. dieses Hdbs aus dem Verhalten der gleichzeitig von Hohlspiegeln zurückgeworfenen und theilweise sich durchschneidenden Bilder schwarzer und weißer Körperflächen; vergl. m. Grundz. u. Experimentalphys. a. a. O. Wo aber nur so schwache Lichtstrahlen die Netzhaut treffen, und zu Vergleichungen führende Hellungs-Eindrücke ganz abgehen, darf man nicht hoffen, die einzelnen Gegenstände, welche dergleichen schwache Strahlen in's Auge senden, unterscheiden zu wollen. Daß sie aber ihrer Schwäche ohngeachtet, begleitet von Wärmestrahlen und, bei vorkommenden Berührungen der Platten und der Gegenstände, wahrscheinlich auch von hiedurch beförderten Berührungs-Elektrisirungen, physische Eindrücke auf glatte Flächen hervorzubringen vermögen, beweisen M's Versuche, so wie auch jene Knorr's, deren Ergebnisse von demselben durch Wärme-Bilder bezeichnet wurden, *) während man das ganze

---

*) K. erhielt hieher gehörige Berührungs-Bilder, als er Metallmünzen aller Art, geschnittenen Stahl, gravirte Kupferplatten, Glas mit mattgeschliffenen Buchstaben, geschnittene Steine, Glimmer rc. rc., mit ihren ebenen oder glatten Rückseiten auf eine Kupferplatte legte, diese dann durch eine Weingeistflamme erhitzte, bis sie ihre Farbe zu ändern begann, während welcher Erhitzungszeit die Figuren rc. darbietende Seite mit möglichst reine und glatte Gegenflächen darbietenden Metallplatten rc. belegt, oder auch nur in gewissen kleinen Fernen davon überdeckt wurden. Die also gewonnenen, z. B. durch Berühren von Mercurdampf sichtbar werdenden Bilder sind jedoch eigentlich nur Randzeichnungen, ohne jene leiseren Modulationen, welche Daguerre'sche Lichtbilder dar-

Verfahren Thermographie genannt hat. Nur durch Elektrisirung stellte Karsten sog. elektrische Berührungsbilder dar, indem er z. B. aus dem geladenen Conductor einer Elektrisirmaschine Funken auf eine Münze überschlagen ließ, welche auf Spiegelglas lag, das von einer nicht isolirten Metallplatte getragen wurde. Nach hundert Umdrehungen schien die Glasplatte unverändert, zeigte aber, angehaucht, das vollkommenste Abbild der Münze, das an Schärfe gewann, wenn die Glasplatte, statt auf Metall, auf einem sog. Halbleiter (trocknes Papier ꝛc.) ruhete, so wie auch: wenn die Zahl der elektr. Funken vermehrt wurde. Aehnlichen Weges gelangen K. auch unmittelbar (der Anhauchung, oder der Joddämpfe nicht bedürfend), dergleichen Bilder, und zwar auf blanken Silberplatten, wenn die Münze stark erhitzt worden war (wie dergleichen auch Knorr erhalten hatte, als er mit erhitzten Münzen ꝛc. experimentirte); jedoch wurde eine sehr große Zahl von Umdrehungen des Elektricitäts-Erregers (der Glasscheibe oder des Glascylinders) erfordert. Das Bild erschien dann gleichsam wie eingeätzt und die zuvor blanke Münze an dem zugewendeten Theile matt. In fast ähnlicher Weise setzte ein Blitz, die Vergoldung einer Blitzableiterspitze theilweise entführend, das Gold an das Fensterblei eines ohnfern davon befindlichen Hauses ab. *) Fusinieri zufolge ist bei Darstellung der Karsten'schen elektrischen Berührungsbilder: Durchdrungenwerden der Silberplatte von elektrisch zugeführten Goldtheilchen möglich. Silber sah Prinseps lediglich innerhalb warmer Luft (zu „Benares") in Folge lange andauernder Berührung, in Gold eindringen; m. Arch. XVII. 236 ff. Als Karsten in obigem Versuche mehrere dünne Glasplatten unter die Münze legte, erhielt er mehrere Bilder, aber von abnehmender Stärke. Als man eine Eisenmünze auf eine Stahlplatte setzte und

---

bieten. — Es befindet sich hier in Erlangen ein auf Holz entstandenes Lichtbild, das dadurch (dem Urbilde vollkommen getreu) hervorgegangen ist, daß das Tageslicht viele Jahre hindurch ein eingerahmtes, unter Glas eingefaßtes Bild beleuchtete, dessen Rückfläche die Holzfläche berührte. Robert Hunt erzeugte Berührungs-Bilder in ähnlicher Weise wie Knorr. Letzterer fand, daß keine Moser'schen Bilder entstehen: wenn Platte und Gegenstand eiskalt sind (0° C haben). Uebrigens dürften Moser'sche Bilder, die nur so weit fertig sind, daß sie, um sichtbar zu werden, der Mercurdampf-Berührung bedürfen, sich sehr wohl zu geheimschriftlichen Mittheilungen eignen und so die mit sympathet. Tinten zu entwerfende Schrift ersetzen.

*) M. Arch. f. d. ges. Naturl. IV. 188. Daß man Goldstift- wie Silberstift- ꝛc. Zeichnungen mittelst der Entladungs-Funken von Leidener Flaschen in Gypsplatten, Glasplatten ꝛc. eintreibend übertragen könne, war schon älteren Physikern des vorigen Jahrhunderts bekannt, scheint aber fast ganz in Vergessenheit gerathen zu seyn. Es dürfte solchen Weges auch eine Art von Glasmalerei möglich werden, die nichts weniger als vergänglich ist. Ich besitze dergleichen Gypsplatten, deren Zeichnungen sich seit 40 bis 50 Jahren sehr gut erhalten haben.

erstere mit einem Magnet mehrmals strich, dann aber behauchte, zeigte die Platte das Bild des Münzrandes. Waidele führt, auf Versuche gestützt, die Entstehung aller sog. Berührungsbilder auf das Gesetzliche der Gasverschluckung starrer, wie flüssiger Oberflächen zurück. Jenes Reiben der Silberplatten mit ausgeglühetem Tripel entzieht der Silberfläche das an und in ihr verdichtete Gas, und befähigt sie so zur Verdichtung von Wasser-, wie von Jod- und Mercur-Dämpfen. Das zu Lichtbildern erforderliche Licht macht Jod frei (allein die Nichteinwirkung auf Amylon widerspricht dieser Voraussetzung) und so fähig, die Mercurdämpfe verdichten zu können, und ebenso, wie durch jenen Tripel, wird auch die Glasplatte durch die sie berührende Münze stellenweise entgaset, was jedoch dort, wo mehrere einander bedeckende Glasplatten zur Darbietung von Berührungsbildern gebracht wurden, unmöglich stattgefunden haben kann. In diesem Falle, wie vermuthlich in allen übrigen Fällen der Bildung von Berührungsbildern, kann Entgasung nur möglich werden, wenn sog. stralende Potenzen (Licht-Wärme) und ähnliche Bewegungen die Gase in Bewegung setzen und so von jenen Stellen entfernen, welche späterhin die Berührungsbilder darbieten. Würden z. B. dergleichen Gase (anhängende atm. Luft ꝛc.) von Licht-Wärme — die als solche dünnes Glas durchdringt — getroffen, so erfolgte wahrscheinlich außer der Erwärmung der Gegenflächen der Glasplatten, auch gleichnamige Elektrisirung derselben, und damit: Abstoßung der ihnen anhängenden Gase. Bei Knorr's sog. Wärmebildern bestehen übrigens die Veränderungen der Kupferplatten ꝛc. zugleich in Oxydationen. *) In Betreff der

*) Kratochwila fand, daß die Lichteinwirkung auf die jodirte Silberplatte (der Lichtbilder) ungemein beschleunigt wird, wenn man das Jod in Form einer mit etwas Brom versetzten weingeistigen Lösung zur Jodirung verwendet hatte. Die Gebrüder Natterer sahen schon bis zur Gelbe jodirte Silberplatten an Empfindlichkeit für Licht im sehr hohen Grade gewinnen, wenn sie die also vorbereitete Platte so lange über Chlorwasser hielten, bis sie röthlich erschien. Eine der beachtenswerthesten Verbesserungen der Daguerreotypie besteht unstreitig in Petzval's verbessertem Objective (s. w. u.) der Camera obscura. — Talbot's Jodsilber-Papier (seine Kalotypie) erhält man, wenn man gutes Schreibpapier auf der einen Seite mit einer Lösung von 1 Gewichtstheil azotsaurem Silberoxyd in 30 reinsten Wassers bestreicht, es dann, gegen Licht geschützt, trocknen läßt und, getrocknet, es in eine Lösung, bereitet aus 1 KJ (Kalin-Jodid oder Jodkalium) und 9 reinsten Wassers taucht. Hierauf herausgezogen und durch gewöhnliches Wasser gezogen, bedarf es einer zweiten Trocknung, um das solchen Weges gebildete Silber-Jodid zu festigen. Ist diese, wie die erstere, in vollkommen dunkler Umgebung erfolgt, so bewahrt man das also bereitete Jodsilber- oder kalotype Papier zum weiteren Gebrauche am finsteren Orte auf. Soll nun etwas von dem also bereiteten kalotypen Papier zu Lichtbildern verwendet werden, so bestreicht man es zuvörderst mit einem Gemische aus folgenden hiezu zu gleichen Theilen zusammen gegebenen Lösungen, von denen die eine aus 1 Gewichtstheil azots. Silberoxyd und 10 Wasser, die andere durch Sättigung von reinstem Wasser mit Galläsäure hervorgegangen war, und bringt

hiebei und in allen diesen und ähnlichen Berührungsbilder-Versuchen statthabenden, die Bilder erzeugenden Oberflächen-Veränderungen, erinnern sie an die Nachbildung der die Perlmutter-Farben erzeugenden Oberflächen, wie sie Brewster beobachtete und wie sie auch bereits zur technischen Verwendung gelangt seyn sollen. Drückt man nämlich eine Perlmutterplatte mit schwarzem Siegellack, oder statt dessen mit leichtflüssigen Metallgemischen (aus Pb, Sn und Bi; oben S. 193) ab, so zeigen diese Abdrücke, nach dem Erkalten, dasselbe Farbenspiel, was die Perlmutter-Platte darbot und was sie durch den Abdruck nicht verloren hat. Ueber die Farben dünner Blättchen,*) Schillerfarben, Newton's und Huygens's Farbenringe, so wie über Farbenparallelogramm und (technisch benutzte) Farben gefurchter Platten s. m. Grundz. II. 245 ff.; 270 ff. u. 273. Ueber organische und anorganische Farben-Erzeugungen und Umänderungen; ebendas. 248 ff. Keines der Farblichte macht im Auge Eindrücke von solcher Andauer, als das Weißlicht; zunächst steht diesem das Gelblicht, dem Orange und Roth folgen, während Blau am kürzesten dauert; aber je stärker und dauernder der Eindruck, um so mehr andauernd auch die Nachwirkung auf der Netzhaut. Im arithm. Mittel beträgt die Dauer der verschiedenen Farblichte 10—12 Tertien, die des

---

es dann, noch feucht, in die Camera obscura, um es nach 50 bis 60 Secunden wieder herauszunehmen. Man sieht jetzt das Bild nur in schwachen Zügen entworfen, und muß es, um diese zu verstärken, nochmals mit dem letztgedachten Lösungs-Gemenge bestreichen und erwärmen, um es in Form eines vollkommen deutlichen negativen Bildes hervorgehen zu machen. Befeuchtet man es nun mit einer Lösung von 1 KBr (Kalin-Bromid oder Bromkalium) in 40 Wasser, wäscht es dann (nach Ablauf von ohngefähr 2 Minuten) ab, und wandelt jetzt dessen Bild dadurch in ein positives um, daß man es mit bildlosem kalotypem Papier belegt, letzteres gegen das Bild des ersteren preßt und es dem Sonnenlichte aussetzt. Man kann indessen auch das hiezu zu verwendende bildlose kalotype Papier vortheilhaft durch gewöhnliches photographisches Papier ersetzen, das man erhält, wenn man gutes Schreibpapier zunächst mit der obigen Lösung des azotsauren Silberoxyds, hierauf aber mit gelöstem KBr (minder zweckmäßig mit gelöstem Kochsalz) bestreicht und es dann längere Zeit hindurch der Sonne aussetzt. Uebrigens eignen sich auch mit Silberoxyd-Azotat übersilberte Elfenbein-Platten (zumal zu kleinen Brustbildzeichnungen) sehr wohl zu Vertretern der mit Silber plattirten Kupferplatten. Ueberzieht man mit Lichtbildern versehene Kalotypien mit farblosem alkoholigem Kopalfirniß, so gewinnen die Bilder an scheinbarer Vergrößerung ihrer Einzelntheile, hierin dem mit dergleichen Firniß überzogenen Metallmoor (Moiré metallique, m. Grundz. I. 55, 177, 473) ähnlich, und bemalt man zuvor dergleichen Lichtbilder mit Saftfarben, welche den Urbildern (den abgebildeten Gegenständen) entsprechen, so erhält man farbige Lichtbilder von verhältlich großer Farben-Lebhaftigkeit.

*) Dem schönen Farbenspiel der Seifenblasen ähnlich ist jenes, welches dünne Wasser- oder Weingeist-Schichten darbieten: während ihrer zunehmenden Verdampfung; wie man diese erhält, wenn man eine Glasglocke mit Wasser oder Weingeist ausschwenkt und sogleich darauf deren Luft verdünnt.

Weißlichts 16. Die hierauf beruhenden Täuschungen weiset unter andern das Thaumatrop und Roget's Rad nach; a. a. O. 259. Ueber die letzteren Falls sich bildenden unerwarteten Farben s. a. a. O.

ζ) Prismen, welche durchfallende Weißlichtstralen zwar brechen (ablenken), sie aber dabei nicht in Farbstralen verwandeln und auseinanderhalten, und Glas-Linsen, erhaben gekrümmte wie vertieft gekrümmte (convexe, wie concave), welche sie durchstralendes Weißlicht zusammen oder aus einander lenkend brechen und so auf: von denselben getroffenen Flächen nicht von farbigen Säumen eingefaßte, sondern farblose Bilder entwerfen, heißen achromatische. Es wird in ihnen, wie in allen gleiche Richtfärbung gewährenden Gläsern und Glasvertretern dadurch bewirkt, daß die der gegenseitigen Ergänzung zu Weißlicht fähigen Farbstralen (z. B. Roth und Grün, Gelb und Violett) unter demselben Winkel (gegen die Axe des Glases) einander parallel bleiben, was der Fall ist, wenn die Brennpunkte der verschiedenen Farbstralen genau zusammenfallen, und was möglich wird, wenn die Gläser in entsprechendem Grade: ungleiche Länge darbietende Spectra gewähren. Man erreicht diesen Zweck, seit John Dollond's hieher gehöriger erster (1757 erfolgter) Fertigung achromatischer Fernröhre *) dadurch, daß man, für Fernröhre, wie für Mikroskope, das Licht

*) Euler folgerte aus der mangelnden Farb-Beraubung oder Farblosigkeit jedes im gesunden Menschen-Auge erzeugten Bildes, daß die Darstellung achromatischer Linsen möglich seyn müßte, was Newton, der Brechungs- (oder Ablenkungs-) und Farbenzerstreunngs-Vermögen, oder Refraction und Dispersion jegliches Durchsichtigen für gleichwerthig erachtet hatte, vergeblich versuchte, Dollond d. ä. aber — gegen seine frühere, N. beipflichtende Meinung — vorzüglich durch Klingenstierna's Untersuchungen und Hell's bereits 1733 gemachte, aber geheim gehaltene hieher gehörige Erfindung zu weiteren Versuchen veranlaßt, sich erweisen sah. Beider Dollond's (Vater und Sohn) Achromate wurden späterhin von jenen übertroffen, welche Ramsden verfertigte, aber sowohl diese Fernröhre als das dazu erforderliche Flintglas blieben beträchtlich zurück hinter jenen hieher gehörigen Leistungen, welche unter Fraunhofer's Anleitung und Ueberwachung in der von ihm und Utzschneider zu Benedictbeuren errichteten Anstalt dargeboten wurden, und die in unserer Zeit Münchener Refractoren als bis hieher unübertroffene Mittel den Himmel zu durchforschen, haben anerkennen lassen. — Die ungleiche Dichte der das Flintglas zusammensetzenden kieselsauren Salze (kieselsaures Kali oder Natron und dergleichen Bleioxyd) bewirkt leicht, wenn die Masse im Flusse ist, Senkungen der dichteren (gewichtigeren oder schwereren) Theile innerhalb der dünneren, und erzeugt dadurch Streifen ungleicher Brechung und Zerstreuung, zumal, wenn das Bleioxyd mit der übrigen Masse gleich von vorn herein auf's Innigste vermischt war. Wiederholte Pulverungen und Umschmelzungen der geschmolzenen und erkalteten Masse tragen für kleine Massenmengen zur Aufhebung solcher Streifen bei; meines Erachtens würde man aber (wie ich bereits vor mehreren Jahren bemerkte; m. Arch. f. d. ges. Naturl. VII. 283, 252 ff. vergl. mit XI. 319 daselbst) besser und eher zum Ziele kommen, wenn man das kieselsaure Bleioxyd zuvor nassen Weges (durch Wechselzersetzung von essigsaurem Bleioxyd und kieselsaurem Kali) darstellte.

nach einander zweierlei Glasarten, Krystall- und Bleioxyd-reiches (Crown- und Flint-) Glas durchstralen läßt; den grünen Stral brechen beide nahe gleich stark, das sog. Farbenzerstreuungs-Vermögen ist aber, Seitens des letzteren beträchtlich größer, als bei ersterem, das auch den violetten Stral schwächer, den rothen hingegen stärker bricht, als letzteres. Hinsichtlich der Bildung achromatischer Linsen setzte man früherhin eine biconcave Linse von Flintglas mit 2 in deren Höhlungen genau schließend eingreifenden Crownglas-Converlinsen zu einer (jetzt, wegen großen Lichtverlustes wenig oder gar nicht mehr gebräuchlichen) Converlinse zusammen; dann fügte man in gleicher Weise eine Crownglas-Converlinse mit einer Flintglas-Concavlinse zusammen und endlich stellte Plößl (in Wien) zwei gesonderte Linsen der Art in solchen Abständen hinter einander auf, daß jene Stralen, welche durch die größere Crownglaslinse bereits hindurch und in die Luft getreten waren, nun, vor ihrer Kreuzung [im Hauptbrennpunkte] die Flintglaslinse zu durchstreichen (durchwellen) hatten; was sehr beträchtliche Kürzung des Fernrohrs und nicht weniger beträchtliche Preisminderung desselben möglich machte. Es sind dieses die von P. erfundenen dialytischen Fernröhre. — Ein farbenzerstreuendes Mittel ist dieses um so mehr, je größer der Unterschied zwischen dem Brechungs-Exponenten *) seines rothen und seines violetten Strahls. Für die Darstellung, wie für den Gebrauch der Mikroskope und Teleskope und überhaupt aller Instrumente, bei denen Lichtbrechung zu den wirkenden Verhältnissen gehört, ist genaue Kenntniß des Brechungs-Werthes der die Brechung gewährenden Theile unerläßlich, und ebenso auch zur Beurtheilung der im sehenden Auge vorkommenden Bethätigungen; a. a. O. II. 234 ff. u. 286 ff.

η) Mit der Größe einer Licht-entstralenden Ebene steht, leicht begreiflich, im geraden Verhältniß die Menge der von ihr ausgehenden Lichtstralen, und da diese: von jedem Lichtpunkte nach allen Punkten des (um denselben denkbaren) Halbkreises hin entwickelt werden, ebenso auch die Stärke der Beleuchtung eines vor ihr befindlichen Gegenstandes. Aber nicht nur von dieser Stärke (und mithin auch: von der Größe des Sehwinkels, unter dem wir die uns zugewendete beleuchtete oder selbstleuchtende Fläche eines Gegenstandes sehen), sondern hauptsächlich von der Lichtbeschaffenheit des Hintergrundes eines sichtbaren Gegenstandes, hängt das Maaß seiner Sichtbarkeit ab; denn während wir Gegenstände bei taghellem Hintergrunde nur dann noch sichtlich erkennen,

*) Jenes Verhältniß, in welchem der Sinus des Einfalls-Winkels zum Sinus des Brechungs-Winkels steht, ist der Brechungs-Exponent; m. Grundz. II. 225 ff. Dieser ist aber für dieselben Mittel (Medien) stets derselbe; z. B. für einen aus Wasser von bestimmter Temperatur in atm. Luft von bestimmter Fühlwärme übergehenden Lichtstral gleich $^4/_3$, hingegen hievon abweichend, wenn z. B. die Fühlwärme des Wassers sich während des Versuchs ändert.



wenn ihr scheinbarer Durchmesser 30 Raum-Secunden beträgt (da dann der wahre Durchmesser beiläufig gegen 5000mal kleiner ist, als das Auge vom Gegenstande fernt), sehen wir Fixsterne noch als kleinste Scheibchen (bei sternklarer Mitternacht), wenn sie noch nicht voll eine Secunde scheinbaren Durchmesser darbieten; weil dann ihr Hintergrund am meisten dunkel ist. Bei taghellem Hintergrunde erscheinen uns Gegenstände gewöhnlich deutlich erkennbar, wenn sie 8 bis 10 Zoll von dem Auge fernen. Man nennt diesen Abstand die Sehweite des Auges; Gegenstände, die weniger als 1 Zoll vom unbewaffneten Auge fernen, sind ihm gemeinhin gänzlich undeutlich. Verschieden von der Sehweite ist aber jener Abstand, den die volle Vereinigung der vom Gegenstande kommenden Stralen auf die Fläche der Markhaut oder Netzhaut des Auges heischt; denn dieser beträgt nach Maaßgabe der Beleuchtungsstärke des Gegenstandes seines Sehwinkels (S. 26) und des Brechungsvermögens der im Auge gegebenen Licht-brechenden Mittel rc. wenigstens 5, öfters aber auch bis gegen 10 Fuß. Die Gestalt der sichtbaren Fläche des Gegenstandes hängt übrigens von der sichtlichen scheinbaren Ferne ihrer Innenstellen-Punkte von unserem Auge ab, und will man daher auf einer Fläche einzelne Gegenstände bildlich so darstellen, wie sie uns in der Wirklichkeit körperlich erscheinen, so muß man jene, welche sich so zeigen sollen, als wären sie vom Auge weiter entfernt, wie die übrigen, verhältlich verkleinert, von schwächerer (minder lebhafter) Färbung und entsprechender Schattirung, d. i. perspectivisch zeichnen und malen, und zugleich Alles vermeiden, was den Beschauer enttäuschen und an das Vorhandenseyn eines Bildes erinnern könnte. Im vollen Maaße gilt dieses von denen in der sog. Vogelperspective darzustellenden Rundgemälden oder Panoramen. Ueber Spiegelungs- und Brechungs-Zerrbilder oder katoptrische und dioptrische Anamorphosen s. a. a. O. II. 224 u. 230. Ueber Schattenbildung und Arten des Schattens, ebendas. 209 und oben S. 145 u. 1611. Wird der Schatten gebildet durch einen vor dem leuchtenden befindlichen undurchsichtigen Gegenstand, der kleiner ist, als der leuchtende Körper, so endet der hiedurch entstehende Kernschatten in einer Spitze, während der diesen seitlich begrenzende Halbschatten mit zunehmender Dunkelungs-Minderung endlos fortgeht; gleiche Größe des leuchtenden und des beleuchteten Körpers, oder überwiegende des letzteren, läßt dessen Schatten in unveränderter Querdurchmesser-Größe sich fortbilden. Daß Schatten nie aus Flächen besteht, die von gar keinem Lichte getroffen werden, sondern daß er vielmehr, verglichen mit den unbeschatteten Nebenflächen, nur von mehr oder weniger geschwächtem (dunkelstraligem) Lichte, im Gegensatz der hellstraligen Beleuchtung der unbeschatteten Flächen getroffen erscheint, folgt schon aus dem Vorhergehenden. Dort, wo zwei oder mehrere Schatten in demselben Flächen-

raum zusammen- (oder über einander) treffen, entsteht der Schlagschatten.

ϑ) Daß es der durchsichtige Stoff selber ist, der durch seine Bewegung den Lichtstral bildet, zeigen unter andern auch mehrere der sog. Polarisations-Phänomene des Lichtes, sowohl der durch sog. doppelte Brechung, als auch der durch Spiegelung entstandenen; m. Grundz. II. 277, 455, 476, 478 ff. Macht man die Dichte eines Krystalls, oder eines Glasstücks, z. B. eines gläsernen Würfels, durch Erhitzen und Druck ungleich, so wird es damit auch die Federhärte desselben und Doppeltbrechung des eintretenden Lichtstrals: ist nächste Folge solcher ungleich gewordenen Beweglichkeit, neben einander befindlicher lichtbeweglicher Theilchen, die dort, wo sie in die größte Spannung versetzt wurden, sich auch zum kürzesten Schwingungs-Verlauf befähigt zeigen; ein Unterschied der Massenbeweglichkeit, der bei manchen (schon von selber) Licht doppelt-brechenden Kryställen, z. B. bei'm Dichroit, zur verhältlich entgegengesetzten Farbenbildung führt, und in diesem Falle das genannte Gestein längs seiner Axe röthlich, in der dazu senkrechten Richtung hingegen blau erscheinen läßt, weßhalb man, wo Aehnliches möglich wird, solche Erscheinung durch die Benennung Dichroismus bezeichnet hat. Bringt man in die obere oder Augen-Oeffnung eines Kaleidoskops einen sog. „Isländischen" oder „Doppelspath", d. i. einen rhomboëdrischen Kalkspath, und zwischen die parallelen reinen Glasplatten des entgegengesetzten Endes ungleich dicke und ungleich geformte Gypsblättchen, so wandelt man dadurch das Kaleidoskop um in das, für polarisirtes Licht äußerst empfindliche und damit sehr schöne Bilder gewährende, von Petrina erfundene Kaleidopolariskop. Bringt man einen zuvor durchglüheten und dann rasch abgekühlten Glaswürfel in ein (Licht-) Polarisations-Instrument, z. B. in das von Watkins erfundene, oder auch in Mayer's Inflexioskop (a. a. O. 268), so zeigt sich, dem zuerst von Seebeck und dann von Brewster gemachten Versuche gemäß, ein weißes oder ein dunkeles Kreuz mit sehr schönen sog. entoptischen Farben, d. i. Pfauenaugefarbene, runde Bilder, die an den Ecken, zwischen je zwei Kreuzarmen, sichtbar werden. Ein Glaswürfel, dessen Federhärte durch Pressen ungleich geworden und der dadurch in den Stand gesetzt ist, doppelte Brechung zu gewähren, zeigt dasselbe.

ι) Bei Vergrößerungsgläsern (converen Linsen), genannt Loupen, *)

*) Dergleichen Linsen haben in der Regel 1/2 bis 2 Zoll Durchmesser und vergrößern 6 bis 8mal; Linsen von kleinerem Durchmesser und stärkeren Vergrößerungen (und versehen mit gehörigen Randbedeckungen oder Aperturen) werden einfache Mikroskope genannt, die, wenn sie planconver sind, dem Gegenstande mit der converen Seite zugewendet werden müssen. Deutliche Bilder

ist die Vergrößerung gleich dem Quotient aus der Sehweite durch die Brennweite + 1 der letzteren; man erhält sie daher, wenn man

---

gewähren übrigens nur jene Lichtstralen, welche nahe der Axe der Linse, also durch die Masse ihrer Mitte gebrochen werden (und Gleiches gilt auch von jenen Lichtstralen, welche von Hohlspiegeln zurückgeworfen werden; die Randstralen geben auch hier undeutliche Bilder). Diese von der Kugelgestalt der Linsen herrührende Undeutlichkeit beseitigt man bei zusammengesetzten Loupen, indem man beide Linsen durch eine kleine, in der Mitte durchlöcherte Platte trennt. Statt aber 2 Linsen in dieser Weise zusammenzusetzen, schleift man in neuerer Zeit gewöhnlich einen Glascylinder an beiden Enden sphärisch ab und erhält so eine cylindrische Loupe, welche mehr Lichtstärke darbietet, als eine zusammengesetzte, und dieser daher vorzuziehen ist. Bringt man eine metallene, trichterförmige Apertur (eine messingene, inwendig geschwärzte Randbedeckung) bei einem einfachen Mikroskope so an, daß das Auge in dieselbe einpaßt, wenn man es der Mittenöffnung der Apertur so sehr als möglich nähert, so bekommt man ein ungemein klares Bild; vorausgesetzt, daß entweder die Linse achromatisch ist, oder doch aus einem Stoffe besteht, der mit großem Brechungsvermögen sehr geringe Farbenzerstreuung verbindet; z. B. Diamant, Saphir und andere (jedoch nicht rothe) Edelsteine, oder (Brewster zufolge) Krystalllinsen der Fischaugen. Fresnel ließ Linsengläser aus Zonen verschiedener Radien zusammensetzen und dabei die innere Spiegelung des Glases mit benutzen, und erhielt so Linsen, welche sehr ersprießliche Verwendungen für Leuchtthürme gestatten. Herschel d. j. zeigte dann, daß sich zwei neben einander gestellte Linsen so schleifen lassen, daß durch die gemeinschaftliche Wirkung ihrer 4 Oberflächen jene Undeutlichkeit verschwindet. Uebrigens lassen sich zwei Linsen so schleifen und verbinden, daß durch die Krümmung ihrer vier Oberflächen nicht nur jede Dispersion, sondern auch jedes Abweichen von der Kugelgestalt aufgehoben wird. Also hergerichtet nennt man sie aplanatische Linsen; Petzval hat dergleichen für die Camera obscura berechnet und mit sehr gutem Erfolge diesem gemäß darstellen lassen; §. 1666. Mit zunehmender Vergrößerung mindert sich die Stärke der Erleuchtung; daher sammelt man, bei einfachen wie bei zusammengesetzten Mikroskopen, das zur Beleuchtung der Gegenstände erforderliche Sonnen- oder Lampen- oder Kalk-Licht, mittelst kleiner metallener Hohlspiegel (gewöhnliche Spiegel geben 2 einander folgende und zum Theil in einander greifende, ungleich stark erleuchtete, daher keine genaue Bemessung zulassende, undeutliche Bilder; ein Bild des Amalgambelegs und eines des Glases). Wollaston zufolge schwächt alles Licht was nicht zur Erleuchtung des Gegenstandes dient, die Deutlichkeit des Sehens, darum fängt in dem von ihm erfundenen Mikroskop ein ebener Spiegel das erforderliche Licht auf, der es dann einer planconvexen Linse zuwirft, durch die es dem Gegenstande zugestralt wird. (Die vergrößernde Ocularlinse dieses Mikroskops ist aus zwei planconvexen Linsen zusammengesetzt, deren Brennweiten sich nahe wie 3 : 1 verhalten und deren gegenseitige Entfernung 0,25 der kleinsten Brennweite beträgt. In dem von Amici zu Modena hergestellten katoptrischen Mikroskop erhält der Gegenstand sein Licht durch einen unterwärts befindlichen Hohlspiegel, der es dann einem Planspiegel zuwirft, von welchem es so zurückgeworfen wird, daß es ein deutliches, durch das Ocular, wie durch eine Loupe beschaubares Luftbild gewährt. Man kann mit diesem, ungemein bequem anwendbaren Mikroskop auch größere Gegenstände einer genauen Beobachtung unterstellen, während man mit den dioptrischen Mikroskopen, und daher auch mit dem Sonnenmikroskop, auch wenn dieses an sich vergrößert dargestellt und so geworden ist, was man ein Megaskop nennt, so wie mit dem Lampenmikroskop sich stets nur auf mehr oder weniger kleine Gegenstände beschränkt sieht.

erstere zur Brennweite addirt und die Summe durch letztere dividirt. Beträgt dieser Quotient z. B. 245, so giebt diese Lineare oder Durchmesser-Vergrößerung eine Flächen-Vergrößerung = 60025 (und die ganze Körper-Vergrößerung = 14,706,125). In neuerer Zeit sind die Mikroskope in dem Maaße, wie sie für fast alle Zweige der Naturwissenschaft mehr und mehr unentbehrlich wurden, auch wesentlich verbessert und im Ganzen genommen ungemein vervollkommnet worden; sehr geschätzt sind besonders die Wiener aus Plößl's, die Berliner aus Pistor's, so wie aus Schieck's, die Pariser aus Oberhauser's und Chevallier's optischen Kunstwerkstätten; verhältlich große Gesichtsfelder, verbunden mit bis zum Rande reinen und vollkommen farblosen Linsen, zeichnen diese neueren Vergrößerungs-Vorrichtungen vor allen älteren, auch den besten älteren Englischen aus. Wie man sie (ohne Selbsttäuschung) für wissenschaftliche Zwecke mit bestem Erfolge in Gebrauch und die damit gemachten Beobachtungen in Messung und Berechnung zu nehmen hat, lehrt eben so gründlich als deutlich: Dr. A. Moser's Anleitung zum Gebrauche des Mikroskops ꝛc. Berlin 1839. 8. Uebrigens muß man mit dem Mikroskop, und ebenso mit dem Teleskop, erst sehen lernen, ehe man sich anschickt, neue Beobachtungen zu versuchen. Befestigt man vor dem Objectiv eines Fernrohrs eine Linse, in deren Brennpunkt sich der zu betrachtende Gegenstand befindet, so wandelt man dadurch das Teleskop in ein Mikroskop um.

*) Seitdem Johann Baptista Porta (1558) die Camera obscura erfand, wurde es wahrscheinlich und späterhin als wahr vorausgesetzt: daß das Innere des zum Sehen verwendeten Auges wesentliche Aehnlichkeit darbiete mit dem jener Vorrichtung. Daß die Netzhaut im Hintergrunde des Auges ruhe, wenn es sich von Finsterniß umgeben findet, und daß diese „Verbreitung des Augennerven" von: außer ihr vorhandenen Bewegungskräften (Bewegungen) getroffen und ergriffen werden müsse, wenn durch das Auge Empfindungen von Licht und Farbe erweckt werden sollen, wurde als unbezweifelbar erachtet. Daß aber jene die Netzhaut bildenden Ausgänge des Sehnerven nie vollkommen ruhen, d. h. nie gänzlich aller Lichtbewegung ermangeln, beweiset schon das oben erwähnte gegenseitige Verhalten aller dunkelen und finstern Körper, und daß es nicht nothwendig von außen in das Auge gelangender Lichtbewegung bedarf, um die Bewegungen des Sehnerven bis zur Empfindung des farblosen, wie des farbigen Hellen zu steigern, das bezeugen jene Hellungen, welche dem Auge zu Theil werden, wenn es von Erschütterungen, ungewöhnlichem Druck ꝛc. getroffen wird. Um aber die außer dem Auge vorkommenden Erzeuger der Lichtbewegungen unterscheiden zu können, müssen in dem Auge sich Einrichtungen vorfinden, durch welche bewirkt wird, daß die von jeglicher leuchtenden Stelle kleinsten Umfangs außerhalb des Auges sich entwickelnden Lichtstralen

nur eine bestimmte Gegenstelle der Netzhaut treffen, und die übrigen aus derselben Leuchtstelle kommenden Stralen von dieser einen Stelle abgehalten werden. Hiedurch allein wird es möglich, daß die verschiedenen Stellen der Netzhaut verschiedentlich in Bewegung gesetzt, und darum auch von hier aus (in Absicht auf Richtung, Stärke und Wellenform) zur entsprechenden verschiedentlichen Fortpflanzung solcher Bewegung in die Stoff-Gebilde des eigentlichen Augennerven hinein gebracht werden können. In den Augen der meisten Insecten und Crustaceen finden auf der converen Nervenhaut sehr zahlreiche durchsichtige Einzelkegel mit ihren Spitzen rechtwinklig gestellt, die außen seitlich: von dunklem, lichtdämpfendem Farbstoff umhüllt, vorn hingegen unbekleidet sind; so daß also die auf die Basis jeglichen Kegels fallenden Lichtstralen, nur so weit sie geradlinig zur Nervenhaut gerichtet sind, diese erreichen und die mithin von einem leuchtenden Gegenstande um so mehr Lichtstralen zur Nervenhaut fortpflanzen werden, je zahlreicher diese Kegel sind. Von außen finden diese sich alle mit der das ganze Auge bekleidenden und es nach außen hin schützenden, durchsichtigen Hornhaut überzogen; gemeinhin ist sie vorn in so viel Facetten abgetheilt, als Kegelbasen entgegenstehen (in einem Auge nicht selten 12 bis 20 Tausend). Das Bild, was in solcher Weise von einem Gegenstande des Auges auf der Netzhaut desselben entworfen wird, besteht mithin aus eben so vielen erleuchteten Einzelstellen, und stellt somit eine Art Licht-Mosaik dar; vergl. Müller's Physiologie des Gesichtssinns. Berlin 1826. 8. Manche Insecten haben neben solchen musivisch zusammengesetzten Augen auch einfache Linsen-haltige, wie dergleichen bei den Spinnen vorkommen und wie sie in dieser Hinsicht denen der Wirbelthiere und des Menschen ähneln; vergl. a. a. O. u. m. Grundz. II. 234, 288 u. 475. Beschauet man das menschliche Auge, so unterscheidet man zunächst das Weiße desselben, d. i. die harte Haut (tunica sclerotica), deren stärker gewölbte, vordere, durchsichtige Seite die Hornhaut (cornea) genannt wird, vom Schwarzen im Auge. Der vordere Theil der weißen harten Haut und die aus mehreren sehr zarten Schichtchen oder Lamellen bestehende Hornhaut finden sich von der Bindehaut des Auges überzogen, die, an sich sehr dünne, sehr empfindlich und durchsichtig, als eine Fortsetzung der allgemeinen Bedeckung zu betrachten ist. Zum Schutz sowohl gegen das Eingetriebenwerden oder Eindringen fremder Stoffe, als auch gegen zu starkes Licht, dienen die durchscheinbaren Augenlider, die Augenwimpern und zum Theil auch die Augenbraunen. Das ganze Auge ruhet in der beinernen, gleich allen Knochen von Beinhaut überzogenen Augenhöhle; die Beinhaut ist auf der dem Auge zugewendeten Seite mit Fett bedeckt, was, schädliche Erschütterungen verhindernd, dem Auge seine Beweglichkeit sichert. Sechs Muskeln setzen es in den Stand, sich links und rechts, hoch und niedrig wenden und

trehen zu können, was mehrere Drüsen mittelst ihrer Feuchtigkeitsentlassung erleichtern. Das Schwarze im Auge wird bewirkt durch die Sehe oder Pupille, d. h. durch eine durch starkes Licht sich verengende, im Dunkeln sich erweiternde, kreisrunde Oeffnung in der Mitte der farbigen Regenbogenhaut (Iris), die, als ebenes häutiges Gebilde, zwischen der Hornhaut und den übrigen, weiter hinterwärts liegenden Theilen des Auges, gespannt erscheint. Zunächst hinter ihr befindet sich die von einer durchsichtigen, zarten, häutigen Kapsel eingeschlossene Krystalllinse (oder krystallene sog. Feuchtigkeit, humor crystallinus); sie wird vom Faltenkranz gehalten, der das Innere des Auges in zwei, in Absicht auf Größe sehr ungleiche Räume theilet, von denen der vordere der kleinere ist und sich mit der sog. wässerigen Feuchtigkeit (hum. aqueus) erfüllt findet, während dem größeren hinteren Raume die gallertartige, sog. gläserne (hum. vitreus) oder der Glas-Körper zur Ausfüllung dient; beide sind vollkommen klar. Die Krystalllinse, deren vorderer Krümmungshalbmesser 7 bis 10 Millimeter beträgt, während der hintere nur 5 bis 6 darbietet, hat im Durchmesser 10, und scheint beim Sehen naher und ferner Gegenstände, rücksichtlich ihrer Form, keine Veränderung zu erleiden. Im Hintergrunde des Augapfels befindet sich die Siebplatte, durch die der Augennerv, der Mitte der Hornhaut sehr wenig schief gegenüber, in's Auge tritt und sich hier als Netzhaut (retina) ausbreitet. Die ganze Innenfläche der sclerotica, die der cornea ausgenommen, findet sich mit der Aderhaut (choroidea) bekleidet, deren Innenfläche mit dem schleimigen Pigmentum nigrum bedeckt und so vollkommen geschwärzt erscheint, mithin die Rückwerfung der hellenden Lichtstralen Seitens der Innenwandung des Auges vollkommen aufhebt. Eine gerade Linie, die man sich mitten durch die Pupille und senkrecht durch die Mitte beider Begrenzungsflächen der Krystallinse gezogen denkt, stellt die Axe des Auges dar. Schielende richten sie nicht auf den von ihnen betrachteten Gegenstand. Ist das Brechungs-Verhältniß der atmosphärischen Luft zu jenem des Wassers = 1,0 : 1,3358, so ist es, Brewster's Bestimmungen gemäß, in der wässerigen Flüssigkeit = 1,3366, in der Krystallkapsel = 1,3763, in Mitten der Linse selbst = 1,3999 [die mittlere Brechung der ganzen, von der Kapsel umschlossenen Linse ist = 1,3889] und im Glaskörper = 1,3394. Die Länge der Augenaxe beträgt 22 bis 24mm, die darin gegebene Entfernung der Linse von der Pupille ist = 1, die der Pupille von der Hornhaut = 2. Die Dicke der letzten erreicht 1, ihr Krümmungsdurchmesser 7 bis 8, jener der Sclerotica 10 bis 11. Die Dicke der ganzen Linse mißt 5mm. Nur jene Lichtstralen-Büschel, welche durch die Pupille zur Linse gelangen, werden durch diese nach der Retina hin gebrochen; aber so, daß die von einem Punkte des Gegenstandes ausgegangenen,

auf der Netzhaut auch wieder in einem Punkte vereinigt erscheinen. Das aus der Gesammtheit solcher Punkte erzeugte Bild stellt sich auf der Netzhaut umgekehrt dar, weil zwischen Linse und Retina die Stralen sich kreuzen, was man, Magendie zufolge, an den Augen der Kaninchen am leichtesten wahrzunehmen vermag, weil diesen Augen, wie jenen der Kakerlaken (sog. weißen Mohren oder Albinos) das Pigmentum nigrum fehlt. Fragt man, warum man denn, da auf der Netzhaut das Bild des Gegenstandes verkehrt erscheint, diesen in aufrechter Stellung sieht? So fällt die Antwort: wir empfinden nicht das Bild (werden uns dessen nicht bewußt), sondern nur die einzelnen Stralen; da wir einen leuchtenden Punkt in jene geradlinige Richtung außer uns setzen, in welcher der von ihm ausgegangene Stral in unser Auge fällt, so setzen wir auch z. B. den Punkt oberwärts, dessen Stral von oben her kommt, und nicht unterwärts, ꝛc. Uebrigens erzeugen jene Stralen, welche, in's Auge fallend, die Stelle (genannt das punctum coecum) treffen, wo das Auge in dasselbe tritt, nur schwach oder kaum merkbare Lichtempfindung, dagegen ist der Nerv jenen Bewegungen der Netzhaut vollkommen zugänglich, welche seitlich dieser Stelle durch einfallendes Licht in ihr bereits bewirkt wurden. Jeder Eindruck der Art breitet sich nämlich auch seitlich der von ihm getroffenen Stelle aus und erreicht daher jedenfalls die Eintrittsstelle des Nerven von den Seiten her, sofern er nahe dieser Stelle zu Stande kam. Man nennt diese auf der Netzhaut vor sich Lichteindrucks-Verbreitung, die Irradation. Man empfindet sie nicht beim Gebrauche astronomischer Fernröhre.

2) Jene, auf der Netzhaut eintretende Erweiterung dort stattgehabter Lichteindrücke (1073), sie kommt zweifelsohne zu Stande, ähnlich, wie jede Kreiswellen-Erweiterung in tropfbaren Flüssigkeiten und jede Kugelwellen-Erweiterung in Schall-bewegter Luft, zeugt damit aber von der großen Beweglichkeit der Netzhaut-Theile,*) während sie für

*) In welchem Maaße die Netzhaut beweglich ist, darüber ertheilen die Bestimmungen der Längen und der Zeitdauern der Lichtwellen, wie sie sich aus den Bemessungen der sog. „Aetherwellen" ergeben, gewünschte Auskunft. Bedeutet l die Länge der Welle und x den Abstand eines bereits leuchtenden Punktes (z. B. des Außenrandes des von jenem weißen Streifen auf der Netzhaut erzeugten ursprünglichen Bildes) von den annoch ruhenden Gegenpunkten der Netzhaut, so ist die Anzahl der zwischen Punkt und Gegenpunkten möglichen Wellen $= \frac{x}{l}$, und wird durch T jene Zeit bezeichnet, welche erforderlich ist: um die den Gegenpunkten angehörigen Netzhauttheilchen eine Schwingung vollbringen zu lassen, durch t hingegen die ganze, seit Anfang der Bewegung verflossene Zeit, so ist die Anzahl der Schwingungen, die der leuchtende Punkt während t macht $= \frac{t}{T}$ und die Anzahl jener Schwingungen, welche der diesem Punkte zunächst erfol-

uns jene scheinbare Vergrößerung sichtbarer Gegenstände zur Folge hat, welche wir wahrnehmen, wenn wir verhältlich starke Hellung darbietende Gegenstände neben dunkelen beschauen; wie uns denn z. B. die Mondsichel einer größern Kugel anzugehören scheint, als der uns ebenfalls zugewendete, enger begrenzte dunkele Theil des Mondes, und wie ein weißer Streifen, den wir neben einem ebenso breiten und langen schwarzen besehen, diesen an Breite, wie an Länge übertrifft; ein Versuch, der auch dann sehr wohl gelingt, wenn man statt der weißen eine hell glänzendfarbige neben einer dunkelfarbigen gleich großen Fläche in's Auge faßt, und den man in letzterer Weise auch mittelst eines Schönguckers (Kaleidoskop) leicht anzustellen vermag. *) Auf Spiegelung von ebenen Spiegeln gründet sich auch

---

genden ersten Welle angehören $= \frac{t}{T} - 1$, die der zweiten gleich $\frac{t}{T} - 2$ u. s. w., und jene, in der n-ten Welle jedes Netzhauttheilchen mithin $= \frac{t}{T} - n$, und n in Beziehung auf obiges Verhältniß $= \frac{x}{l}$; die Anzahl der Schwingungen daher, die jenes Netzhauttheilchen seit dem Beginnen von t gemacht hat, gleich $\frac{t}{T} - \frac{x}{l}$. Das Rothlicht erfordert zu seinem Entstehen die längsten Wellen, deren jede 0,00074 Millimeter beträgt (und von denen mithin 1351351 auf ein Meter gehen und, da 1 Pariser Linie = 2,2551346 . . Millimeter ist, auf eine dergleichen Linie 3047,47 . . kommen). Gesetzt nun, es bestände das von der Sonne zur Erde gelangende Licht aus mitsammen sich fortpflanzenden Farblicht-Wellen, so würden, da das Licht in 1 Secunde 42000 geogr. Meilen durchstrahlt, deren jede beiläufig 7400 Meter beträgt, auf 42000 Meilen 420 Billionen Wellen kommen, mithin jedes lichtbewegliche Theilchen beim Rothlicht 420 Billionenmal in 1 Secunde schwingen; beim Violettlicht fast zweimal so oft. Es würden die Schwingungen der Lichtwellen und schon die (vergleicht man die Schwingungen des tiefsten hörbaren Tons mit jenen des tiefsten empfindbaren Farblichts, d. i. des Rothlichts) 26 Billionenmal langsamer erfolgenden Schallschwingungen nothwendig zur Zerreißung der Lichtfortpflanzer des Auges und der Schallleiter des Ohrs führen, wären diese Schwingungen mit Reibung verbunden; so aber sind beide reibungslos und daher ohne Nachtheil für den Zusammenhalt der Theile.

*) Jedes Kaleidoskop ist ein Winkelspiegel und gewährt daher, wie dieser, nach Maaßgabe der Winkelgröße ein mehr oder weniger vielfach zusammengesetztes Bild, dessen Einzelbilder in dem Gesammtbilde so oft weniger 1 wiederholt erscheinen, als (bei Schönguckern mit nur 2 Planspiegeln) die Zahl der Winkelgrade in 360 enthalten ist. Wichtiger, als diese Spiegelungsbenutzung, ist jene, welche der Spiegelsextant, als Winkelmessungs-Vorrichtung der Wissenschaft, wie ihren Anwendungen gewährt. Die einfachsten Vorrichtungen dieser Art bestehen aus einem oberen festen, zur (oberen) Hälfte unbelegten ebenen Spiegel und einem zweiten unteren, um den Mittelpunkt eines getheilten Kreises beweglichen. Dem ersteren gegenüber findet sich eine Messingplatte mittelst ihres Gestelles fest geschraubt, die ein kleines Loch darbietet, durch welches man in den ersten Spiegel zu sehen vermag. Der andere Spiegel ist auf einer, um ihren Mittelpunkt drehbaren Scheibe befestigt, von welcher ein gerades Stäbchen, als beweglicher Halbmesser-Vertreter, ausgeht, dessen Ende, wenn der Spiegel um seine Axe gedreht wird, den in Grade getheilten Umkreis durchläuft, und das,

das sog. Zauber-Perspectiv; m. Grundz. II. 216. Auf Spiegelung theils von vertical, theils von erhaben gekrümmten, theils von ebenen Spiegeln gründen (in Verbindung mit Licht-brechenden Linsen) die Spiegel-Teleskope oder Reflectoren, oder katoptrischen Fernröhre.

v) Wie beim Mikroskop wird auch hier der dem Gegenstande zugewendete Spiegel (und bei Refractoren, oder dioptrischen Fernröhren, die Glaslinse) das Objectiv und das dem Auge zugekehrte Glas das Objectiv (und wenn mehrere Gläser dasselbe vertreten: die Objectivgläser) genannt. Beschrieben findet man in m. Grundz. II. 243 ff. 1) das Newton'sche (von N. 1672 zusammengesetzte), von Schröter und Herschel d. ä., und jüngst von L. Roß vergrößerte und verbesserte Spiegelteleskop. Das ursprüngliche Fernrohr dieser Art vergrößert so oft, als die Brennweite der mikroskopischen Linse — durch welche man das, vom kleinen ebenen Metallspiegel vor der Stralenkreuzung aufgefangene Luftbild des größeren (dem Gegenstande zugewendeten, dessen Licht sammelnden und gegen die kleinen Spiegel zurückwerfenden) Hohlspiegels beschauet, in der Brennweite dieses letzteren Spiegels enthalten ist. In gleicher Weise,

---

um die Theilung vollständiger ablesen zu können, mit einem Nonius (Vernier) versehen, auf den Nullpunkt der Theilung zeigt, wenn beide Spiegel parallel sind. Der Kreisbogen selbst begreift nur wenig mehr, als $1/6$ eines ganzen Kreises, daher die Benennung Sextant. Ist nun die anfängliche Spiegelstellung von der Art, daß, wenn man durch das Löchlein den Blick auf den ersten Spiegel richtet: man durch den unbelegten Glastheil hindurch einen Gegenstand sieht, dessen Bild man zugleich in dem belegten Theil gewahrt, weil es vom zweiten Spiegel aufgefangen und dem ersten zugeworfen worden, so kann man durch Drehen des zweiten Spiegels dessen Stellung so ändern, daß man in dem ersten Spiegel das gespiegelte Bild dieses zweiten nicht mehr, sondern statt dessen das Bild eines andern Gegenstandes erblickt, der sich, bei der veränderten Stellung dem zweiten Spiegel gegenüber befand. Der Winkel aber, um den man den zweiten Spiegel drehen muß, um im belegten Theil des ersten Spiegels das Bild dieses zweiten Gegenstandes zu sehen (während man den Blick zugleich durch das Glas des oberen unbelegten Spiegels hindurch gegen den ersten Gegenstand richtet) ist halb so groß, als jener Winkel, welchen die zwei nach den beiden Gegenständen gerichteten Visirlinien mit einander machen. Behufs genauerer Messungen bringt man statt des Löchleins ein nach dem ersten Spiegel gerichtetes Fernrohr an; man sieht dann diesen Spiegel nicht mehr in zwei Felder (in das unbelegte und belegte) getheilt, sondern beide Bilder fallen nun völlig über einander; vorausgesetzt, daß die Ebene des getheilten Kreises in jene der Visirlinien fällt, deren Winkel gemessen werden soll; da dann z. B. die Kreis-Ebene senkrecht gehalten werden muß, wenn man die Höhe eines Sterns über dem Horizont zu bestimmen gedenkt; vergl. m. Grundz. II. 101 ff. Ebenfalls durch Spiegelung werden bei Wollaston's Goniometer jene Winkel gemessen, welche zwei Krystallflächen mit einander machen; vergl. a. a. O. I. 56 ff., 63 ff. u. m. Arch. f. d. ges. Naturl. X. 461, XI. 362. — Bei Gauß's Heliotrop (oben S. 1620) werfen zwei unter einem rechten Winkel auf einander gesetzte Spiegel, bei gehöriger Neigung, das Bild der Sonne gleichzeitig nach zwei entfernten Punkten zurück.

wie bei diesem Teleskop, berechnet man auch die Vergrößerung der astronomischen Refractoren, da convexe Linsen, in ihrer teleskopischen Wirkung, sich verhalten, wie Hohlspiegel. Um es leichter dem zu beschauenden Theil des Himmels gemäß richten zu können, ist es mit einem sog. Sucher (Kometensucher; a. a. O. 242) versehen. Von vorzüglicher Güte wurden sie in unserer Zeit gefertigt von Amici zu Modena. Herschel machte den kleinen Spiegel, sammt der zu diesem gehörigen Seitenöffnung dadurch entbehrlich, daß er die Axe des im Hintergrunde befindlichen Spiegels etwas seitlich drehte, so daß das Bild in die Nähe des Rohrrandes fiel, wo man es dann durch eine hohl- oder erhaben gekrümmte Linse betrachtete. Zum Durchsuchen des Himmels (zumal der Milchstraße und der Nebelflecke) bediente sich W. Herschel des größten der von ihm dargestellten Spiegel-Teleskope, des 40-schuhigen, dessen Querdurchmesser 4 Fuß betrug und das 7000 mal vergrößerte. Es brachte von dem zu beschauenden Gegenstande 36500 mal mehr Licht in's Auge, als dieses unbewaffnet von ihm empfieng und war sammt dem, für den Beobachter bestimmten Sitze, Treppe rc. so beweglich, daß eine unten befindliche Person es zur beliebigen Richtungsänderung seiner Axe, des gedrehten Sitzes rc. mit leichter Mühe zu bringen vermochte (wie der Verfasser dieses Hdbs. fand, als er im Sommer 1814, neben W. Herschel sitzend, auch diesen Theil des Kunstwerks erprobte). Fixsterne erster Größe und ebenso auch Planeten, Jupiter und Saturn,*) durfte man mittelst desselben nicht beschauen, wenn man nicht Augen-Blendung erleiden wollte. 2) Das ebenfalls 1672 zu Stande gekommene Cassegrain'sche, das sich vom nächstfolgenden (dritten), 1674 von Hook, nach dem Entwurfe von Gregory 1674 dargestellten nur dadurch unterscheidet, daß das von dem in der Mitte kreisförmig durchlöcherten Hohlspiegel gesammelte Licht nicht, wie bei diesem, von einem hohl-, sondern von einem erhaben gekrümmten kleinen Spiegel aufgefangen wird; und daher hinsichtlich des Lichtsammlungs- und Zerstreuungsverlaufes einem Galileischen Refractor gleicht. Bei dem Gregory'schen Fernrohre entwirft nämlich der große Sammelspiegel vor sich hin ein verkehrtes Luftbild, das innerhalb der Brennweite des kleinen Hohlspiegels erscheint, dann aber von diesem als aufrechtes vor dem Ocular entworfen wird; das Ocular besteht gewöhnlich, wie beim zusammengesetzten Mikroskop, aus zwei Linsen, von denen die erste, kraft ihrer Convergenz,

*) Zur Beobachtung derselben, namentlich des Jupiter, dienen 400- bis 450-malige Vergrößerungen; stärkere blenden. Außer dem Neptun (S. 1613 und 1627 ff.) und dem noch fraglichen, jenseits desselben die Sonne umlaufenden Planeten, sind die neu entdeckten Asteroiden (außer der S. 1614 erwähnten Asträa, die Hebe und neuerlichst, den 18. October und nicht den 13. August 1847, die Iris, letztere als Stern 8ter Größe) durch Refractoren aufgefunden worden.

die Zusammen- und (ebenso um etwas) die Zurück-Drängung dieses Luftbildes befördert und, es so, durch die dem Auge nächste Linse, zur Beschauung für dasselbe bringt. Dagegen fängt im Cassegrain'schen der kleine Convexspiegel die Strahlen des großen Hohlspiegels auf, bevor sie sich zum Bilde vereinigen und spiegelt sie dann, mit verminderter Convergenz, so, daß zwischen den beiden Ocular-Linsen ein verkehrtes Bild entsteht, das darauf durch die unmittelbar vor dem Auge befindliche convexe Linse der Beschauung unterworfen wird. — Hinsichtlich der Refractoren (a. a. O. 244 ff.) steht, als Ergänzung des darüber bereits Erwähnten, noch zu bemerken: a) daß bei dem 1611 von Kepler erfundenen astronomischen Fernrohr (das als solches nur zum Sammeln ꝛc. paralleler Lichtstralen) mithin zum Beschauen sehr entfernter Gegenstände bestimmt ist, die das Ocular gewährende zweite convexe Linse besonders gefaßt oder mit einem verschiebbaren Rohre versehen seyn muß, das man in der, die zweite das Objectiv bildende Sammel-Linse enthaltenden Rohr hin- und herzuschieben vermag, um so beliebig die Deutlichkeit für jedes Auge zu erhöhen, und daß eine zwischen dem Objectiv und dem Ocular befindliche, die Lichtstralen vor deren Bild-Erzeugung sammelnde (deßwegen Collectiv genannte) convexe Linse noch mehr zur Verdeutlichung der Bilder beiträgt; b) daß das zum Erdfernrohr (zusammengesetzt vom Pater Rheita, bald nach Kepler's Erfindung) gehörige, große Brennweite darbietende Sammelglas-Objectiv, mit seinem aus 3 bis 4 Linsen zusammengesetzten Ocular, bei gleicher Vergrößerung die Gegenstände weniger hell und weniger deutlich als das Kepler'sche erblicken läßt; seine Bilder erscheinen aufrecht, was bei diesem nicht der Fall ist; c) daß beim Galileischen oder Holländischen Fernrohr die positive Brennweite des convexen Objectivs beträchtlich größer ist, als die negative des concaven Oculars. Beide Linsen fernen übrigens beiläufig um den Unterschied ihrer Brennweiten von einander, und sind so gestellt, daß, nach der Seite des Auges hin, der negative Brennpunkt mit dem positiven fast zusammenfällt; es vergrößert den Durchmesser des dadurch gesehenen Gegenstandes so viel mal, als die negative Brennweite in der positiven enthalten ist. Plößl's Feldstecher bieten (wie alle seiner wissenschaftlichen Werkstatt entlassenen Kunsterzeugnisse) bei ungemein vollkommener Arbeitung, 10- bis 30-malige Vergrößerung dar. Sie sind gemeinhin, um verschiedene Vergrößerungen zu Wege bringen zu können, mit mehreren Ocularen versehen, die sich auf einer Drehscheibe befestigt finden. — Bei Fraunhofer's großen Refractoren (z. B. bei jenem 13 Fuß 7 Zoll langen, 9 Zoll Oeffnung und 160 Zoll Brennweite darbietenden, welchen die Dorpater Sternwarte eignet) wird die Drehung um die Erdaxe durch eine Uhr so vollkommen geregelt, daß ein dadurch betrachteter Stern in der Mitte des Fernrohrs vollkommen bewegungslos erscheint, und gleiche Regelung kann ihm auch für den Gang der

Sonne und des Mondes ertheilt werden. — Ueber Einrichtung und wissenschaftlichen Gebrauch der Fernröhre vergleiche auch J. J. Littrow's „Der Himmel, seine Welten und seine Wunder ꝛc." III. Bd. 8. und „Nachträge und Zusätze zur ersten Auflage." Stuttgart 1837.

f) In Beziehung auf Spiegelung und Brechung des Lichts steht noch zu bemerken: a) daß jene Kreuzungspunkte, welche Seitens der Hohlspiegel durch Lichtstralen hervorgebracht werden, die von der Spiegelaxe mehr oder weniger beträchtlich entfernt aufgefangen wurden, dem Spiegel selbst innerhalb seiner Axe um so näher liegen, je größer dieser Abstand ist, und daß ebenso auch die fern ab von der Mitte in eine convexe Linse einfallenden Stralen, nach dem Durchgange in Punkten der Axe zur Kreuzung gelangen, welche zwischen der höchsten Mitte des Glases und dessen Brennpunkt fallen. Die so Seitens der Linse oder des Hohlspiegels gebildeten Zwischen-Kreuzungspunkte der Axe bilden in ihrer unmittelbaren Nacheinanderfolge eine gerade Linie, die von der Glases- oder Spiegel-Mitte bis zu dem Brennpunkt reicht und die Brennlinie, oder katakaustische oder diakaustische Linie (Katakaustik oder Diakaustik) genannt wird. Walter, Graf v. Tschirnhausen (geb. 1651, gest. 1708), der zuerst sehr große Brennspiegel und dann dergleichen Brenngläser darstellte, entdeckte die Brennlinie 1687. b) Hohle, inwendig wohlpolirte, oben abgestumpfte Metallkegel dienen als sogenannte Leuchtrohre; auch kann man von ihnen Gebrauch machen, um den vorderen Theil des Lichtes der vor Hohlspiegeln befindlichen Flammen zu sammeln. c) Wechsel im Lichtbrechen und in der Lichtstärke, bewirkt durch die nie endende Bewegung der Luft, begründet das Funkeln der Sterne; beim Beschauen derselben durch ein Fernrohr, wird das nicht der Axe parallel, sondern seitlich einfallende Licht (und daher zumal das seitlich funkelnde Licht) zum Theil von den Randbedeckungen der Spiegel und der Gläser abgehalten, zum Theil von den dunkeln Innenflächen der Rohre gedämpft. d) Die sog. Luftspiegelung (Serab in Unterägypten), die der Verf. d. Hdbs. an Sand-bedeckten Flächen der Ostsee-Küstengegenden gegen Abend zum Oeftern wahrnahm, wenn diese den Tag hindurch stark erhitzt worden waren, und die von Scoresby auch in den Polargegenden wahrgenommen wurden, läßt sich in nicht zu weiten, senkrechte parallele Seitenwände darbietenden Glasgefäßen, nicht nur durch Uebereinanderschichtung von Wasser und Schwefelsäure, sondern auch durch Wasser und gesättigte Calcinchlorid ($Ca\,Ch$)-Lösung darstellen; m. Grundz. II. 230. Ueber Fata Morgana, Kimmung, Seegesicht, Mirage s. m. Meteorol. II. 2. S. 476. Wo Lichtstralen aus dichterer Atmosphäre in beträchtlich dünnere, in sehr schiefer Richtung übertreten, geht die Brechung in Rückstralung über. Ueber das Brockengespenst vgl. a. a. O.: Ueber eine auffallende hieher gehörige Erscheinung berichtet Wagner in s. Gespenstern. (Berlin, bei W. F. Maurer.)

1800. 8.). — Wird das Sonnenlicht von einem ruhigen Wasserspiegel, z. B. von einem Landsee aufgefangen und gegen eine Regenwolke zurückgeworfen, so entsteht ein umgekehrter Regenbogen.

o) Von jenen 600 bis 700 Streifen des prismatischen Farbenbildes des Sonnenlichts (S. 1620) wählte Fraunhofer sieben der am meisten ausgezeichneten und daher leicht wieder erkennbaren, einander in bestimmten Abständen folgende aus, sie mit B, C, D, E, F, G und H bezeichnend, um genauer, als es bisher möglich war, die Brechungs-Exponenten der verschiedenen prismatischen Farbstralen bestimmen zu können, da solche Bestimmung sowohl für die Dioptrik (Lichtbrechungs-Lehre), als insbesondere auch für die Fertigung achromatischer Teleskope und Mikroskope sehr wichtig ist. Aber erst, als F. gefunden hatte, daß die Lage der Streifen von dem brechenden Winkel des Prisma, sowie von der Artung des Stoffes desselben gänzlich unabhängig ist, vermochte er der Astronomie und übrigen Zweigen der Naturwissenschaft diesen wichtigen Dienst zu leisten.*) Man sieht diese Streifen (Lücken im Spectrum des Sonnenlichts, entstanden durch fehlende Wellensysteme; oben S. 1648) auch, wenn man die Sonnenstralen mit einem inwendig geschwärzten Glascylinder auffängt und die hiedurch entstandene feine Spiegelungs-Lichtlinie durch ein Prisma beschauet; jedoch darf man hiezu weder die Zeit bald nach Sonnenaufgang, noch kurz vor Sonnenuntergang wählen; denn beim Aufgange der Sonne, wie bei ihrem Untergange verschwinden in dem Sonnenlicht die blauen und violetten Stralen und stellen sich dagegen mehrere dunkle Streifen ein (was auf Bildung des Morgen- und Abendroths von entschiedenem Einfluß ist). — Um die Farben dünner Blättchen dauernd herstellbar zu machen, schmilzt man, nach Böttger, 8 Gewichtstheile Colophon mit 1 Theil Leinöl zusammen, und bildet daraus (nach Art der Seifenblasen) bei 96° bis 98° C = 76°,8 bis 78°,2 R. Blasen. — Barton's iridisirende Knöpfe sind ebenfalls, gleich jenen Perlmutter-Abdrücken (S. 1667) auf Farben dünner Blättchen gegründet. Drückt man zwei vollkommen ebene Glasplatten, von denen die eine ringsum einen Zoll breit vergoldet ist, in der Mitte fest zusammen, so erhält man ungemein schöne Newton'sche Farbenringe. — Ob jene dunklen Streifen an der Magnetisirung des Stahls Theil haben? ist zu ermitteln (S. 1659).

π) Auf Andauer des Lichteindrucks im Auge beruht auch das Thaumatrop, d. i. eine auf beiden Seiten einzeln bemalte Scheibe, deren Bilder im

*) Vergl. auch a. a. O. und m. Meteorol. I. 21, II. 73—78, 162 und 394. Lithion und Strontit röthen beide die Flamme; durch das Prisma betrachtet zeigt aber die Lithion-Flamme nur einen einzigen rothen Streifen, die Strontit-Flamme dagegen viele, durch dunkle Zwischenstreifen geschiedene rothe und außerdem einen orangen, sowie einen lebhaft blauen. — Wie Strontit von Lithion chemisch leicht zu scheiben, zeigte ich in m. Arch. f. d. g. Nat. XXVI. 439.

Auge ein ganzes Bild hervorrufen, wenn sie schnell gedreht wird; eine glühende Kohle muß, soll sie den Eindruck eines feurigen Kreises gewähren, in der Secunde wenigstens $7^1/_2$ mal umgeschwungen werden. *)

*) Drehen sich zwei gleiche Räder nach entgegengesetzter Richtung, gleichzeitig um dieselbe Axe, so erhält man das Bild eines festen Rades, dessen Speichen-Anzahl doppelt so groß ist, als die jedes einzelnen Rades. Die S. 1652 erwähnte sog. Wunderscheibe oder das sog. Phänakistikop ist wahrscheinlich ursprünglich eine Englische Erfindung, die schon gegeben war, ehe Faraday's Versuch Plateau und gleichzeitig Stampfer auf die der stroboskopischen Scheiben leitete. Es brachte nämlich der mir befreundete, vor einigen Jahren verstorbene Hunnemann (ein Hannoveraner, den ich im Jahre 1814 in London kennen lernte, wo er damals schon seit vielen Jahren ansäßig war, und der sich durch zuvorkommende Gefälligkeit viele Deutsche zum Danke verpflichtete) schon vor nahe 32 Jahren eine Wunderscheibe nach Wien, wo er, nach hergestelltem Frieden seine dort verheirathete Tochter besuchte. Späterhin erfand Horner das auf gleiche Gesetze der Andauer der Lichteindrücke im Auge gegründete Daedaleum, das aus zwei um ihre Axe sich drehenden Cylindern besteht und, während es keinen Spiegel erfordert, die Möglichkeit gestattet, daß mehrere Personen gleichzeitig hineinsehen können. In Plateau's Anorthoskop drehen sich, ist es in Gang gesetzt, zwei parallele Scheiben mit ungleicher Geschwindigkeit nach entgegengesetzter Richtung um, von denen die hintere durchscheinbare und (durch eine dahinter befindliche Kerzen- oder Lampen-Flamme) durchleuchtete, eine verzerrte Zeichnung darbietet, während die vordere, mit Einschnitten versehene deren theilweise Beschauung gestattet; erfolgt die Drehung hinreichend schnell, so sieht man, durch diese Einschnitte hindurch, die Zeichnung in Form eines ruhenden, regelmäßig entworfenen Gebildes. Wie für das Auge bei diesen und allen ähnlichen Erscheinungen die Zwischenräume verschwinden, so auch für das Ohr die unendlich kleinen Zwischendauern der zu einem Tone gehörigen Einzelschwingungen, weil wir sie, ihrer unausgedehnten Zeitkürze wegen, hörend nicht als Ruhezeittheilchen empfinden können. Die Zeit aber, welche Gesichts- wie Gehör-Eindrücke erfordern, um überhaupt zur Empfindung zu gelangen, sie weicht bei verschiedenen Personen zum Theil sehr merklich von einander ab; wie denn z. B. — was für die ausübende Astronomie von großer Wichtigkeit ist — der eine Beobachter den Vorübergang der Sterne vor den Fäden eines festgestellten Fernrohrs, gemäß der von ihm gleichzeitig vernommenen Schläge einer Pendeluhr, früher oder später wahrnimmt, als der andere; Gerling beobachtete z. B. den Antritt des Sterns, an den Fernrohrfaden, um 0,74 und Struve um 0,46 Secunden später als Nicolai, während er für Bessel um 0,4 Secunden früher als N. zur Wahrnehmung gelangte. So hören auch manche Musiker, zumal solche, deren musikalisches Gehör häufig in Anspruch genommen worden, leiseste Anklänge früher; als andere, minder geübte. Als Struve bei einer Uhr, die statt ganze, halbe Secunden schlug, beobachtete, sah er einen Stern nur 0,41 Secunden später antreten, als Nicolai, woraus zu folgen scheint: daß die Wahrnehmungsunterschiede um so kleiner werden, je kürzer die Zwischendauern für das Gehör ausfallen (weßhalb man überall, bei dergleichen Beobachtungen die Zeitmessungen mittelst Pendeluhren vollziehen sollte, die möglichst kleine Zeittheile angeben). Aus Gerling's und Nicolai's weiteren hierüber angestellten Versuchen geht als sehr wahrscheinlich hervor, daß wie bei (jenen) unterbrochenen Lichteindrücken (wie sie die Wunderscheiben ꝛc. gewähren) das Bewußtseyn der Zwischendauern dem Schauenden verschwindet, es auch in Absicht jener Zeitdauern wegfallen würde, welche unendlich schnell einander folgende Einzelklänge gewähren, wenn wir sie hörend zu zählen vermöchten.

Schmidt's Versuchen gemäß können wir bewegte Einzelbilder als solche nur unterscheiden, wenn der von ihnen binnen einer Secunde hindurchbewegte Bogen, bei deutlicher Sehweite, nicht weniger als $^{9}/_{4}$ Minuten beträgt. Ist der Sehwinkel eines Gegenstandes kleiner als $^{1}/_{2}$ Minute, so sind wir über die wahre Gestalt des Gegenstandes ohne Urtheil, obgleich wir hellleuchtende Punkte noch sehen, wenn jener Winkel weniger als 1 Secunde gleichkommt; oben S. 24. Das richtige Finden der wahren Größe eines Gegenstandes: durch Beurtheilen seiner Scheingröße, d. i. das Augenmaaß für Gegenstandsgröße, wie für dessen Ferne vom Auge, beruhet nicht nur auf vorgängig zum Oeftern versuchter Bemessung durch Betastung und mittelst Durchwandern der Abstände 2c., sowie durch wiederholtes Beschauen desselben Gegenstandes in gehöriger Nähe und bei Beleuchtungen von verschiedener Stärke, sondern bei nahen Gegenständen auch auf jenen Winkel, welchen unsere Augenaxen mit einander machen, während wir den Gegenstand in's Auge fassen; oben S. 26.

g) Die Weitsichtigkeit wie die (weit häufiger vorkommende) Kurzsichtigkeit junger Leute ist meistens Folge entsprechender innerer Muskelbethätigungen des Auges, und seltener, ursprünglich verschiedener Krümmungen der Krystalllinse; wer schon von früher Kindheit an sich mit anhaltender Beschauung kleiner und sehr kleiner Gegenstände beschäftigt oder zu beschauende Gegenstände gleich von vorn herein dem Auge zu nahe bringt, z. B. beim Lesen und Schreiben das Gesicht zu sehr dem Papier nähert, wird gewöhnlich kurzsichtig; man sollte daher bei der Kinder-Erziehung ernstlich darauf sehen, daß zwischen dem gewöhnlichen Sehen naher und sehr naher Gegenstände und sehr entfernter oftmals gewechselt wird, damit aus dem Sich-fügen des Innenauges, um Nahes deutlich zu sehen, keine Gewohnheit hervorgeht. Gebirgsbewohner sind meistens weitsichtig; wie sich aber das Auge in früher Jugend bis zur Jünglings- und Jungfrauen-Reife gewöhnt, so verbleibt es nicht selten bis in's späte Alter, wo übrigens Minderung der Spannkraft der Muskeln und wahrscheinlich auch Aenderung in der Linsenform gemeinhin zur Fernsichtigkeit führt. Wie übrigens bei Menschen, welche nicht ganz gleichmäßig in allen ihren Theilen sich (wachsend) entwickelten — und solche Gleichmäßigkeit gehört zu den Ausnahmen; stets ist es eine gewisse Ungleichheit beider Längenhälften des Leibes, die mehr oder weniger merkbar hervortritt, so auch bei den Augen; es ist sehr häufig der Fall, daß Menschen mit einem Auge schärfer und besser sehen, als mit dem andern, und selten besitzen beide (gesunde) Augen das, dem auch in dieser Hinsicht vollkommen „Regelrecht-Gebaueten" zukommende Vermögen: vom Sehen naher und sehr naher (kleiner) Gegenstände zu dem sehr entfernter übergehen zu können, ohne für beide Fälle ungleiche Sehschärfe verwenden zu müssen. Wichtig ist es daher für jene, welche genöthigt sind, sich der Brillen zu bedienen,

Behufs deren Fertigung von jedem einzelnen Auge die Sehweite zu bestimmen und danach die Krümmung der hohl oder erhaben gekrümmten Gläser vollziehen zu lassen. Am genauesten bestimmt man aber die *Sehweite* mittelst des *Optometers*. *Kurzsichtigkeit* (Myopie) wie *Weitsichtigkeit* (Presbyopie) mindert man in einfachster Weise dadurch, daß man durch Nadelstiche gemachte kleine Kartenblattlöchlein dicht vor die Augen hält, oder eine Binde um den Kopf legt, welche in der Gegend jedes der Augen ein dergleichen durchlöchertes Kartenblättchen eingerahmt enthält. *) Unsere Zimmerbeleuchtung, sofern sie

---

*) Durchsticht man ein Kartenblatt, mit einer Stecknadel, zweimal neben einander, so daß zwischen beiden Löchlein ein Zwischenraum bleibt, der kleiner ist (2/5 Linie breit), als die Pupille, bringt dann beide Löchlein dicht vor das Auge, während man einen kleinen Gegenstand, z. B. den Stecknadelknopf, einige Zoll weit vom Auge hinter das Kartenblatt bringt, so sieht man denselben doppelt; nähert man ihn nun allmählig, so verschwindet sein Doppelbild und so tritt ein Abstand desselben ein, in welchem man ihn sehr deutlich nur einfach wahrnimmt; dieser Abstand entspricht nahe genau der *Sehweite* des Auges. Genauer jedoch läßt diese sich durch ein *Optometer* bestimmen, z. B. durch das von *Stampfer* erfundene, seiner Grundbedingung nach vorstehendem Versuche ähnelnde, oder durch *Young's* Optometer, welches letztere aus einem gespannten Faden besteht, den man durch die Löchlein betrachtet. Jenes Doppeltsehen des Nadelknopfs entsteht, weil die durch beide Oeffnungen einfallenden Lichtstralen des Gegenstandes (des Nadelknopfs) sich nicht auf, sondern hinter der Netzhaut kreuzen. Hält man einen Finger der einen Hand einen Fuß weit vom Antlitz und eben so weit hinter demselben, also zwei Fuß weit vom Angesicht den entsprechenden der andern Hand, und richtet dann die Augen auf den nächsten, so erscheint der entfernteste doppelt; hingegen dieser einfach und der erstere doppelt, wenn beide Augenaxen auf den entferntesten gerichtet worden. Ebenso erscheint auch ein, zwischen beiden Augen, ganz nahe dem Kopf gehaltener Gegenstand doppelt und jeder doppelt und zugleich mehr oder weniger beträchtlich von einander entfernt, wenn man eines der Augen seitwärts drückt, oder die Augen verdreht. *Verkehrt* und zugleich *beträchtlich vergrößert* erscheint das Bild eines kleinen Gegenstandes, z. B. einer kleinen feinen Stecknadel, wenn man ihn dicht vor das Auge hält, während, weiter ab vom Auge (also vom Auge aus betrachtet: hinter dem Gegenstande) ein Blatt, das zuvor mit der Nadelspitze fein durchlöchert worden, mit diesem feinen Löchlein in den Stand setzt, den hellen Himmel oder eine stark erhellte Fläche zu sehen; es erscheint dann das verkehrte Bild zwischen Blatt und Auge gerade so, als ob es von der zwischen dem Löchlein-Rande befindlichen Luft, wie von einem Hohlspiegel als Luftbild zu Stande gebracht worden wäre. Daß man *sehr kleine* Gegenstände, z. B. sehr junge Fliegen (Mücken), Spinnen, sog. Moosblüthen, Pollen, Buchstaben in solchem Maße vergrößert sieht, daß in vielen Fällen die Loupe entbehrlich wird, wenn man sie durch das Nadelstichlöchlein eines Blatt Papiers, oder durch ein ähnliches Löchlein eines nicht zu lebhaft glänzenden Blechstücks beschauet, davon machte ich schon in meinem 14ten Lebensjahre bei Betrachtung sehr kleiner Naturgegenstände genannter Art Gebrauch (wie ich denn auch schon früher gefunden hatte, daß man eine kleine, hinter einem mehrfach durchlöcherten Blatte befindliche Schrift deutlich zu lesen vermag, wenn man die Schrift, während man das Auge dem Löchlein sehr nahe bringt, hinter demselben Löchlein hin und her bewegt). *Skinner's* sog. *Metall-Brillen* (Gilbert's Ann. LIV. 300 ff.) beruhen auf demselben Verhalten.

uns nöthigt, Kerzen- oder Lampen-Flammen zu sehen, ist den Augen nicht weniger nachtheilig, als Licht- oder Lampenschirme, welche starke Schatten werfen. — Ueberall, wo man mit verhältlich wenig Leuchtstoff viel und gleichmäßig beleuchten will, sollte man große, innen möglichst gleichförmig polirte und weißlackirte, parabolisch gekrümmte, mit dem Rücken der Zimmerdecke zugewendete Lichtspiegeler (sogenannte Reverberen) anwenden, die, der Zimmerdecke so nahe wie irgend möglich und zulässig, das Licht der senkrecht unter ihrer (durchlöcherten) Mitte befindlichen Argand'schen Lampe*) nur zurückwerfend verbreiten, ohne daß das Auge genöthigt wird, der Flamme sich zuzuwenden, und ohne daß es in seiner seitlichen Umgebung irgend auf Lampen-Schatten stößt.**) Ist man übrigens genöthigt, in blendendes Licht zu schauen, so schützt man sich am besten gegen dessen gefährliche Einwirkung durch grüne Brillen,***) die jedoch außerdem zum beständigen Gebrauch nicht verwendet werden dürfen, weil sie (Adams zufolge; m. Grundz. II. 236) dem Auge nachtheilig werden. Neueren Beobachtungen gemäß sollen für jene Augen, welche Brillen erfordern, am vortheilhaftesten sich verhalten: sog. isochromatische Brillengläser; das sind Gläser, die der einen Hälfte ihrer Dicke nach aus einer blauen, der andern Hälfte nach aus einer weißen Glasschaale zusammengesetzt worden; beide Schaalen müssen höchst genau zusammenpassen und durch festen Kitt mit einander verbunden seyn. Jene Glaslinsen, welche zu Brillen verwendet werden, sind gewöhnlich sphärisch gekrümmt

---

*) Vergl. S. 436 ff., 440 ff. u. 1583 ff. Ueber Verstärkung des Leuchtvermögens der Oele 416 ff., 438, 440, 449.

**) In dieser Weise gelang es 1818, die Hörsäle des Universitäts-Gebäudes zu Bonn vollständig zu beleuchten, mit verhältlich wenig Kostenaufwand. Der Fertiger der dortigen Lampen gieng auf meine hieher gehörigen Vorschläge gerne und genügend ein; für die Beleuchtung der Gänge benutzte ich noch einen 2ten Weißblechspiegel, der in den Stand setzte, seitlichen Lichtverlust so gut wie gänzlich zu vermeiden: mittelst eines abgestutzten Hohlkegels; oben S. 1681.

***) Wenn es gilt, in Weißgluth darbietende Oefen zu schauen, so bediene ich mich grüner Gläser, die nach Art der Staubbrillen in Leder gefaßt sind und durch Binden um den Kopf (mittelst an den Fassung-Enden befindlicher Schnüre) befestigt werden; ich meide dadurch zu heftig eintretendes sog. Abklingen der Farben (auch genannt das Darwin'sche Phänomen), das als solches den gesundesten Augen leicht sehr nachtheilig werden kann. Sieht man nämlich mit ungeschützten Augen in sehr helles Licht (z. B. in das des im Oxygengase verbrennenden Phosphors), so gewahrt man, nach kürzerer oder längerer Zeit, in der Luft rothe, sich bald bläuende, kreisrunde Scheiben, die erst zu verschwinden beginnen, wenn das Licht eben so lange schon verlöschen ist, als Zeit erforderlich war, die farbigen Scheiben hervorgehen zu machen. Hatte man nur kurze Zeit in die weiße Flamme geschauet und dann die Augen geschlossen, bevor es zu jenen Farbenbildern kam, so sieht man die weiße Flamme noch einige Zeit als ein für das Auge dauernd gewordenes Weißlichtbild, das dann zunächst in Gelb, hierauf in Roth, dann in Blau, hernach in mattes Weiß und endlich in Schwarz übergeht und so das Abklingen vollendet; s. auch w. u.

geschliffen und müssen mit solcher höchst genau eingehaltenen Krümmung durchgängig vollkommene Durchsichtigkeit verbinden, sollen sie nachtheillose Brauchbarkeit gewähren. Letzteres gilt aber überhaupt von allen zu dioptrischen und verwandten Werkzeugen bestimmten Glasmassen, und mithin auch von denen von Wollaston empfohlenen, wegen zu starker Spiegelung jedoch nicht empfehlenswerthen Linsen periskopischer Brillen, die sog. Menisken darstellend, einer Seits hohl, entgegengesetzter Seits erhaben gekrümmt, ungleiche Krümmungshalbmesser darbietend; für Kurzsichtige convex-concave, für Weitsichtige concav-convexe. Es sind übrigens die periskopischen wie die sphärischen Brillen entweder zweiglasig und damit zum gleichzeitigen Gebrauch für beide Augen bestimmt, oder einglasig; zu letzteren gehören, für die an Myopie (Kurzsichtigkeit) Leidenden, die sog. Lorgnetten, für die der Presbyopie (Weitsichtigkeit) Verfallenen die Lesegläser. Für Schielende, d. i. für Augen, deren Axen beim Sehen nicht parallel gerichtet erscheinen (S. 1675), was jedoch nicht in den Augen, sondern nur in deren äußeren Verbindungen seinen Grund hat (und dem daher in früher Jugend schon durch bessere Gewöhnung, im späteren Alter nur durch chirurgische Verrichtungen abgeholfen werden kann) müssen die Linsen zweiglasiger Brillen, der Schielungsrichtung entsprechend, gestellt werden, wie Solches bei den Schielbrillen der Fall ist. Weichen beide Augen hinsichtlich der Ferne des deutlichen Sehens beträchtlich von einander ab, so muß auch die Brennweite beider Gläser im entsprechenden Verhältniß verschieden seyn; ist aber jene Abweichung nur unbedeutend, so hält man zweckmäßiger auf Gleichheit der Brennweite beider Gläser, wie solche bei gleich guten

*) In welchem Maaße: Druck gegen das Auge, auf dasselbe innen-bewegend einzuwirken vermag, zeigt jene Hellung, welche man (bei dunkeler Umgebung) wahrnimmt, wenn man gegen das Auge drückt, oder zufällig stößt, wenn man nießet oder sich räuspert; der Verfasser dieses Handbuchs vermochte in jüngeren Jahren, lediglich durch Räuspern, ja durch bloßes Speichelauswerfen, in solchem Maaße die Licht-Empfindlichkeit zu erhöhen; daß er kleine Schrift zu lesen im Stande war, welche ihm ohne Räusperung rc. zu unterscheiden unmöglich wurde; m. Arch. I. 394 ff. Drückt man übrigens auch die Axen beider Augen auseinander, so sieht man darum doch nicht doppelt; neiget man dagegen beide Axen stark zu einander, z. B. indem man durch zwei an einer Stelle fein durchlöcherte Kartenblätter zwei von einander entfernte Punkte zu sehen strebt, so sieht man keinen derselben. Jene Augenhellung, oder vielmehr: jene erhöhete Licht-Empfindlichkeit findet sich übrigens bei dem Verfasser dieses Handbuches dadurch befördert, daß seine Augen mit verhältlich weiten Pupillen versehen sind. Brewster leitet jene größere Deutlichkeit beträchtlich fernender Gegenstände, welche man z. B. von mäßigen Höhen herab wahrnimmt, wenn man sich auf den Rücken legt und so die hinterwärts fernende Gegend beschauet, oder wenn man dieselbe zu sehen strebt, während man unter dem gebogenen Arm (unter dem Ellbogen) hinwegsieht, von dem Drucke des Blut-Andranges ab. Vergl. auch oben S. 26.

Augen unerläßlich ist; es gelangt dann, vorausgesetzt, daß man bei der Wahl der Brille nicht zu große Schärfe gefordert hatte, das mehr abweichende Auge allmählig durch Gewöhnung zur Brennweite des weniger abweichenden. — Wählte man statt der farbigen (grünen oder blauen) Brillengläser sogen. isochromatische, so muß man gewiß seyn, daß beide Glastheile, die aus weißem Glase bestehende Linse und deren aus blauem Glase gebildete Hülle so zusammengekittet erscheinen, daß sie sich gleichmäßigst decken. — Wer seine Augen selten auf sehr ferne Gegenstände richtet, kann leicht dahin gelangen, daß nur eines seiner Augen brauchbar bleibt, weil unter diesen Umständen die Axen beider Augen keinen Winkel mit einander machen; es kommt dann der Fall gar nicht selten vor, daß Personen, um deutlich zu sehen, das eine Auge schließen müssen. Durch Wheatstone's Stereoskop läßt sich beweisen, daß für andauernde Güte der Augen der gleichzeitige Gebrauch beider Augen unerläßlich ist. Verschieben wir durch Druck des einen Auges dessen Axe so, daß sie sehr stark gegen die des andern neiget, so sehen wir doppelt; es fallen dann die Bilder nicht nur auf die der Richtung des Gegenstandes entsprechende Stelle, sondern zugleich auch auf andere daneben gelegene. Schließt man eines der Augen, während man mittelst einer Nadelspitze die Mitte eines kleinen Kreises zu treffen sucht, so gelingt dieses selten und gemeinhin nur: wenn auch das andere Auge geöffnet worden. Versucht man durch zwei enge Löchlein zweier vor die Augen gehaltener Kartenblätter, durch jedes derselben zwei etwas von einander fernende Punkte zu sehen, so sieht man, wie bemerkt, bei der hiezu erforderlichen Neigung beider Augenaxen gar nichts. Hält man einen Finger der einen Hand in gegen 1 Fuß weiter Ferne vor das Gesicht, hinter denselben aber doppelt so weit von den Augen einen Finger der andern Hand und richtet dann die Augenaxen auf den näheren Finger, so sieht man den entfernteren doppelt; galt hingegen die Augenaxen-Richtung dem letzteren, so erblickt man den ersteren doppelt; es wird dann das Bild des Doppeltgesehenen nicht auf oder nahe jener Stelle der Netzhaut gebildet, in welches das des einfach gesehenen zu Stande kommt, sondern merklich von dieser entfernt. Man sieht übrigens einen einfach wahrnehmbaren Gegenstand heller (lichtreicher), wenn man ihn mit beiden Augen anblickt, als wenn man nur eines derselben dazu verwendete. Beschauet man z. B. einen weißen Papierstreifen, den man vor die Augen hält, und bedeckt dann das eine Auge so mit einem dunklen Schirm, daß dieses die eine Hälfte des Streifens nicht wahrzunehmen vermag, so erscheint dann jener Theil des Streifens merklich heller, welcher von beiden Augen gesehen wurde, als der nur von dem einen Auge erblickte. Wer oft kleine Gegenstände (z. B. sehr kleine Schrift) bei schwacher Beleuchtung, im Dämmerlicht rc. anhaltend beschauet, wird leicht nachsehend, d. h. unfähig, bei starkem Licht deutlich zu sehen, während ausnahmsloses Sehen nur bei Vollbeleuchtung leicht den

entgegengesetzten Fehler, den des Tagsehens zu Wege bringt. In der erstern Weise geschwächte Augen unterliegen auch der Erzeugung von Blendungs-Farben, Farbscheiben und farbigen Nachbildern, welche nicht außer dem Auge, sondern in ihm zu Stande kommen; zumal nach anhaltendem Beschauen stark leuchtender Gegenstände. In früherer Zeit hat sich vorzüglich Darwin mit ihrer Erzeugung, wie mit ihren Veränderungen beschäftigt, und während schon stark beleuchteter Schnee dem sog. Schneeblindwerden farbige Scheiben erblicken läßt, die theils den Schnee zu bedecken, theils in der Luft zu schweben scheinen und deren Hellrothlicht sich bald in violett und grün verwandelt, so kommen dergleichen sog. physiologische Farben auch zu Stande für alle sichtbaren Gegenstände der Umgebungen, wenn das Auge durch sehr starkes Licht, z. B. durch Schauen in die Sonne ungewöhnlich lebhaft gereizt und die Pupille dadurch zugleich ungewöhnlich stark verengt worden war. Schließt man die Augen, nachdem man einige Zeit hindurch z. B. in eine Kerzenflamme, aber auch (bei größerer Reizbarkeit) auf eine verschiedenfarbige Fläche, z. B. auf eine farbige Landcharte gesehen hatte, wendet sich dann ab und öffnet nun die Augen, so sieht man das Flammenbild 2c. in der Luft schweben und während dessen, bis zum Verschwinden desselben, seine orange Farbe durch Roth in Violett und grünlich Blau sich ändern; daß es sich hiebei aber lediglich von: im Auge ihren Ursprung nehmenden und verbleibenden Farben handele, beweiset die Thatsache, daß wenn man nach der Abwendung von dem hellen Körper die Augen geschlossen behält, man dennoch dergleichen Nachbilder vor den und außerhalb der Augen zu sehen wähnt. Wendet man bei solchem Versuche die Augen gegen eine Fläche, z. B. gegen eine weiße Wand, so zeigt sich das Nachbild als dunkele Fläche auf hellerem Grunde und ändert dann seine Farbe in verkehrter Ordnung; anfänglich so, als ob man ein Dunkles durch ein helles Mittel sähe; späterhin als ob das Helle durch ein trübes Mittel gesehen würde (oben S. 1451). War dabei der zuerst gesehene (wirkliche) helle Gegenstand lebhaft farbig, so ändert dieses die Folge der Färbungen des physikalischen Nachbildes, entsprechend dem Gesetze der Ergänzungsfarben (S. 131 u. 1450) nicht. Richtet man z. B. längere Zeit hindurch das Auge auf eine weißumrandete, gesättigt rothe, stark erleuchtete Fläche, wendet es dann aber etwas seitwärts, so daß es sich zum Theil auf den weißen Grund gerichtet findet, so sieht man auf dem; der Form der rothen Scheibe entsprechenden Flächentheil dieses weißen Grundes: eine der rothen gleich große Scheibe, die, so weit sie diese noch bedeckt, matt röthlich, hingegen, so weit sie über sie hinausragt, grün erscheint; zugleich wird aber der übrige, vom Nachbilde nicht bedeckte Rothscheiben-Theil lebhaft roth gesehen, woraus folgt, daß im Auge, neben dem wirklichen Bilde des außerhalb desselben gegebenen rothen Gegenstandes, in Folge jener andauernden Reizung der Netzhaut ein Farbe-ergänzendes

physiologisches (für diesen Fall: grünes), dem Urbilde an Ausdehnung und Bewegungs-Form vollkommen gleichendes Nachbild zu Stande kommt.*) Auch die Erscheinungen der sog. **Irradiation** (S. 1676) erleiden durch vorangegangene starke und anhaltende Lichtreizung des Auges entsprechende Abänderungen. Gleiches gilt auch von den sog. **Contrastfarben**; vergl. **Plateau's**, **Fechner's** und **Gr. Schaffgotsch's** hieher gehörige Beobachtungen (**Poggendorff's** Ann. XXXII. 530, XLIV. 221 u. 513 und LIV. 193). Wir sehen eine Flamme reinen Hydrogengases und selbst die einer Alkohol-Lampe in einem durch ungeschwächtes Sonnenlicht vollständig beleuchteten Zimmer nur bei verhältlich großer Nähe, erkennen sie dagegen sogleich, zur Zeit der Dämmerung, oder wenn wir dem Sonnenlichte den Zutritt verwehren, und ebenso erscheint uns eine graue Fläche auf schwarzem Grunde merklich helle, auf weißem hingegen in gleichem Grade dunkler. War aber der helle Grund **farbig**, so zeigt der auf ihn gelegte, ihn theilweise bedeckende Fleck die Ergänzungs-Farbe der Grundfläche, und gleiches naturgesetzliches Verhalten begründet auch die **farbigen Schatten**.**) Wo wir zwei Ergänzungs-Farben neben einander erblicken, gewähren sie uns einen angenehmen, den zusammenstimmenden Tönen vergleichbaren Eindruck; das Gegentheil z. B. Roth neben Gelb hievon findet statt, wenn die Farben einander nicht komplementär sind. Lehrreich auch in dieser Hinsicht sind die Gemälde großer Meister und die hieher gehörigen Schriften eines **Runge** (Farbenkugel. **Hamburg** 1810. 4.) und v. **Goethe** (Zur Farbenlehre I. Thl. **Tübingen**, 1810. 8.) Ueber die **Gemälde der Alten** vergl. **Humphry Davy's** Abh. in **Gilbert's** Ann. LII. 1 ff. Die meisten Malerfarben sind indessen nie nur einfarbig, sondern bieten vielmehr gewöhnlich mehr oder weniger schwache Uebergänge zu anderen Farben dar; zumal die durch Mischung der Spectrum-Farben nachgebildeten; z. B. orange, grüne und violette. Eine einfache Farbe muß, in Form eines sehr schmalen, an einem Ende zugespitzten Streifens auf vollkommen schwarzem Grunde liegend, durch's Prisma beschauet, keine Aenderung erleiden; allein diese Probe hält in der Regel keiner der gebräuchlichen Farbstoffe aus. Nur das **Pflanzengrün** (Chlorophyll) macht hievon eine Ausnahme,

*) War der Grund der rothen Scheibe nicht weiß, sondern **schwarz** (warf er also Licht von sehr geringer Intensität zurück), so zeigt sich das complementare Nachbild entsprechend dunkler und sehr matt.

) Die gewöhnlichsten sind die **blauen, die man unter anderen dadurch sehr leicht hervorzubringen vermag, daß man eine gewöhnliche angezündete Talgkerze, bei hellem Sonnenschein auf einem von demselben beleuchteten, auf einem Tische ausgebreiteten Bogen weißen Papiers stellt; sowohl der zu dem Träger der Kerze gehörige Schatten, als auch, und noch vollkommener, ein vor einer der Flammen-Seiten aufgestellter Stab wirft dann auf das Papier einen schön **blauen** Schatten, dessen Farbe sich um so mehr gesättigt zeigt, je mehr rothgelb die Kerzenflamme ist. War der Docht mit $Sr\,O\;A\,O_5$ geschwängert, so brennt er **roth** und erzeugt nun **grünen** Schatten.

wenn man seine gesättigte alkoholische, in ein geeignetes Glasgefäß eingeschlossene Lösung durch das Prisma beschauet, während ihr Hintergrund rein schwarz war; es dient aber nicht zur Malerfarbe. Die Maler, Roth, Gelb und Blau als Grundfarben betrachtend, erzeugen die übrigen Farben gewöhnlich durch kunstgemäßes Mischen. Ueber die Eintheilung der Farbenkreise, s. m. Grundz. II. 265. Jenen sog. Beugungsfarben, welche feingefurchte Metallplatten (irisirende Knöpfe ꝛc.) darbieten, sie lassen sich zum Theil auch auf Papier darstellen, wenn man dasselbe mit Wachs tränkt, dem man passende Stoffe beigegeben hatte; a. a. O. 270 ff. Ueber das Naturgesetzliche solcher Farben vergl. auch m. Arch. f. d. ges. Naturl. XXI. 319 ff. Keine Farbe macht übrigens auf uns einen so lange andauernden Lichteindruck, als das vollkommen farblose Weiß; die ungleiche Dauer der den verschiedenen Farben zugehörigen Lichteindrücke enthält wahrscheinlich den Grund, warum in hieher gehörigen Versuchen (m. Grundz. II. 258 ff.) bei schnell vorübergehendem Farbenwechsel nicht die erwarteten Ergänzungsfarben, sondern neue nicht complementäre Farben erscheinen. — σ). Ueber Farben-Erzeugung durch polarisirtes Licht, entoptische Figuren (S. 1671), künstliches und natürliches Kreuzlicht (der Polargegenden) s. a. a. O. 282 ff. u. m. Handb. d. Meteorolog. I. 2. Auch beim gewöhnlichen Sehen werden im Auge Farben erzeugt: aus ursprünglich unfarbigem Licht, wie das Fraunhofer nicht nur erwiesen, sondern zugleich gezeigt hat, dergleichen Farben zu bemessen und bei Anfertigung achromatischer Fernrohre ꝛc. zu berücksichtigen (Gilb. Ann. LVI. 304 ff.), dagegen kommt es hiebei nicht zu Störungen durch Innenspiegelung; denn die Innenflächen des Auges dämpfen das ihnen zustralende Licht so gut wie gänzlich: durch jene Schwärze, welche ihnen theils die Aderhaut (Choroidea), theils die Traubenhaut (Uvea) verleihet; die durchsichtige Hornhaut und der vordere Theil der Krystallinse (S. 1674 ff.) gewähren indessen, wie neuere Untersuchungen zeigten, doppelte Stralenbrechung, und jene im Auge entstehenden Farbstralen sind meistens Erfolge der straligfasrigen Inngestaltung (Structur) der Krystalllinse. Im mittleren Theil derselben bleibt hingegen das farblose Licht in dieser Beziehung unverändert, hierin der ebenfalls straligfasrigen, von Scheidewänden durchsetzten sog. gläsernen Feuchtigkeit ähnlich. Fehler wegen „Abweichung von der Kugelgestalt“ (die bei Glaslinsen ꝛc. die sog. Apertur nöthig macht; oben S. 1672 ff. und m. Grundz. II. 232) treten auch nicht ein, weil des gesunden Auges Pupille nur jene Stralen in's Auge läßt, welche in Nähe der Augenaxe einfallen und die belebte Netzhaut dem durch die Brechung gewordenen verkehrten Bilde (S. 1688) eine gekrümmte Fläche darbietet; vielleicht auch: weil die eigenthümliche Krümmung der belebten Krystalllinse selbst die der Axe mehr fernenden einfallenden Stralen seitwärts entfernt. Inwiefern jedoch die Netzhaut-

krümmung Theil hat an der Verhinderung und Ausgleichung von Farben-Erzeugungen, und ob sie die Stellung des Bildes verändern hilft, darüber können nur künftige weitere Untersuchungen entscheiden. Wir sehen übrigens den Gegenstand des Bildes auch darum nicht umgekehrt (S. 1676), weil wir (gleich von vorn herein), wenn wir anfangen, die außer uns vorhandenen Gegenstände mit Bestimmtheit zu unterscheiden, sofort auch durch Tastung über das Gesehene unser Urtheil berichtigen. Lichtstralen, welche das Auge nicht zu durchdringen vermögen, z. B. jene der Moser'schen Bilder (S. 1663) werden auch von uns nicht empfunden. Die Netzhaut, wie deren Fortsetzung, der Schnerve, erleidet übrigens beim gewöhnlichen Sehen, so lange sie nicht von ungewöhnlich starkem Lichte getroffen wird, weder nachtheilige Licht-Wärmung, noch Licht-Elektrisirung, und nur wenn zu starkes Licht oder minder starkes lange andauernd (zumal rothes) ihn trifft, kommt es zunächst zu Cohäsions-Aenderungen, welche möglicher Weise nicht nur ungewöhnliche physische Abänderungen (Photo- und Thermo-Magnetismus), sondern selbst auch elektrochemische Zersetzungen und damit nachtheilige Abänderungen und schließlich Zerstörungen des lebendigen Licht-leitenden Stoffes der leitenden Verbindung zwischen Innenauge und Hirn zur Folge haben können. — Daß das Licht an sich bewegend wirke, suchte Mitchell dadurch darzuthun, daß er in den Brennraum eines vom Sonnenlicht beleuchteten Hohlspiegels feine Kupferblättchen an Klaviersaiten aufhing; sie geriethen in Schwingung, allein, ohne Zweifel, weil sie durch das Licht erwärmt wurden und so: sie in Bewegung setzende Luftströmungen hervorriefen; m. Grundr. d. Experimentalphys. II. 416. Wenn nun aber das Licht leicht bewegliche Stoffe in Bewegung setzt, ohne daß sich die erregte Wärme dafür als Ursache nachweisen läßt, so bleibt, zur Erklärung solcher Bewegungen, nur übrig: entweder (das Licht als ein selbstständiges Eigenwesen betrachtend, dessen Masse zwar unmeßbar, aber nicht unendlich klein ist) dem Lichte eine hiezu hinreichende Bewegungsgröße (als das Product der mit seiner Geschwindigkeit multiplicirten Masse) zuzuschreiben, wie Mitchell und Andere thaten, oder, mit dem Verfasser dieses Handbuchs vorauszusetzen: daß das Licht (und ebenso die übrigen sog. Unwägbaren oder Imponderabilien: Wärme, Elektricität und Magnetismus) eine eigenthümliche, eigengeformte Bewegung der, in dieser Hinsicht genügend beweglichen, Raum-erfüllenden Stoffe sei, und mithin — abgesehen von jenem, was dieser Bewegung Eigenthümlichkeit verleiht — z. B. vom Schalle *) sich nur durch größere

*) Den Schall vermag man nicht nur durch Luft-erfüllte hohle Röhren zu leiten und dabei, durch Rückwerfung der Schallstralen in den der Röhren-Mündung zugehörigen Theil der Röhren-Axe zu verstärken, wie solches das Sprachrohr und das Hörrohr, die Sprechmaschinen (die sog. redenden Köpfe, das sog. unsichtbare Mädchen rc.); das sog. Ohr des Dionysius und vor Allen: das Ohr selbst, sowohl das des Menschen als jenes der Thiere darthun; m. Grundz. II. 35 ff. und 45 ff.

Geschwindigkeit unterscheide. Folgende, dieser letztern Ansicht vorzugsweise zusagende Versuche eines meiner ehemaligen Zuhörer, meines hochgeschätzten und innig geliebten Freundes, des als experimentirender Physioiog allgemein geachteten Dr. Harleß, ausübender Arzt zu Nürnberg, die ich hier mittheile, wie sie mir brieflich bekannt wurden, sind, auch abgesehen von jener Ansicht über die Wesenheit der Unwägbaren, schon darum vorzüglich geeignet, die wissenschaftliche Theilnahme der Licht-Forscher in Anspruch zu nehmen — weil sie einen wesentlichen Theil des Auges betreffen. „Aufmerksam gemacht durch die verschiedenen Cholera-Berichte über die in dieser Krankheit so lange nach dem Tod fortdauernden Erregbarkeiten der Iris, unternahm ich in Prag bei einer sehr großen Menge von Cadavern genaue Messungen der Iris in den verschiedensten Zeiträumen nach dem Tode, dessen vorhergegangene Krankheit natürlich mit berücksichtigt wurde. Hieraus ergab sich, daß das Licht noch 16—22 Stunden nach dem Tode fast bei allen Leichen, die nicht einer zu schnellen Fäulniß unterliegen, Veränderungen in dem Contractionszustande der Iris hervorruft; so zwar, daß 13—14 Stunden nach dem Tode, wenn durch den Lichteinfluß dieselbe bis auf ihr Minimum reducirt war, dann das Auge fest geschlossen wurde, die Pupille sich wieder erweiterte und umgekehrt. Also in einer Zeit, in der von Nerventhätigkeit nicht mehr die Rede sein konnte; was ich noch speziell an exstirpirten Thieraugen nachwies, welche dieselben Ver-

---

und ausführlicher: m. Experimentalphys. II. 351 ff.), sondern auch, und zwar weit schneller wie durch Luft-erfüllte Behälter, durch mit tropfbaren Flüssigkeiten gefüllte Röhren und noch geschwinder: durch starre, undurchsichtige wie durchsichtige Körper. Ersteres ist beim Licht nur sehr unvollkommen möglich; letzteres nur in so weit, als dabei das Licht auf hinlänglich bewegliche Theilchen undurchsichtiger, wie durchsichtiger Körper trifft; wie es z. B. bei den Phänomenen der Phosphorescenz und der Färbung des von farbigen, undurchsichtigen Spiegeln aufgefangenen und zurückgeworfenen Lichtes der Fall ist. Ueber die Lichtbeweglichkeit der wägbaren Stoffe s. auch oben S. 1671. Ueber das Beweglichkeits-Maaß der Nezhaut S. 1676. (Wie lange letztere sich galvanisch-bethätigungsfähig zu erhalten vermag, ist unbekannt; wohl aber weiß man, z. B. schon aus A. von Humboldt's hieher gehörigen Versuchen, daß Cruralnerven sich in dieser Hinsicht noch brauchbar zeigen, wenn gleich sie schon zu faulen beginnen und daher ein grünliches Ansehen darbieten.) — Es giebt übrigens, Herschel d. Ae. zufolge, farblose Glasarten, welche nur gewisse Farbstral-Wellen fast ganz ungehindert fortpflanzen oder durch sich hindurch fortpflanzen lassen, während sie andere im gleichen Maaße und ohne alle Durchlassung zurückwerfen; in Prismen-Form benützt, geben solche Gläser nur einfarbige, runde Bilder. Verdünnte Lakmus-Lösung, vom Sonnenlicht getroffen, gewährt, Brandes' Versuchen gemäß, unter gleichen Bedingungen nur ein rundes, tiefrothes, und davon völlig gesondert: ein länglich violettes und blaues, sich sehr matt in's Grüne ziehendes Bild; eine genaue physische und chemische Untersuchung jener Gläser würde vielleicht zur Kenntniß der körperlichen und grundstofflichen Bedingungen führen, unter denen sie die zur bestimmten Einzelfarbe erforderliche Lichtbeweglichkeit besitzen. — Hinsichtlich der oben S. 1650 gedachten optischen Telegraphen hier nur noch die Bemerkung, daß Chappe 1793, im Betreff der ihm zugeschriebenen Erfindung dieser Telegraphen nur ausführte, was Rob. Hooke bereits 1680 angegeben und versucht hatte.

hältnisse zeigten. Daß die Verdunstung ebenfalls hier nicht mitwirke, bewies ich dadurch, daß ich Augen beobachtete, die ich unter einer mit Wasserdampf erfüllten Glasglocke dem Schatten und Licht abwechselnd aussetzte. Diese Veränderungen betreffen endlich nicht 1/4 oder 1/2 Linien, sondern 2—5 Millimeter, so daß also an Täuschung bei der allerdings vorhandenen Schwierigkeit, die Iris zu messen, nicht gedacht werden kann. Physiologisch betrachtet lehren uns diese Untersuchungen, daß die Iris ein Organ sei, was durch den Einfluß des Lichts direkt zur Bewegung bestimmt werden kann (was bekanntlich bisher geleugnet war, indem man dieselbe auf Rechnung der Nerven und blos der Nerven brachte); physikalisch aber: daß das Licht direkte Bewegungen im Raum, ganz abgesehen von seiner gleichzeitigen Wärmebegleitung rc., erzeugen könne; daß somit das Licht selbst nur eine Bewegung sein könne, denn es können ja nur homologe Kräfte auf einander einwirken."

r) Hier knüpfen sich an, bestätigend und zu weiteren Forschungen über das Licht und dessen Wahrnehmung auffordernd, folgende Beobachtungen und Bemerkungen von Thomas Young (geb. zu Milverton in der Grafschaft Sommerset 1773, gest. 1829), *) dem Entdecker der Hauptgesetze der Interferenz des Lichtes (S. 1648 u. 1655), die er im Jahr 1801 bekannt machte: Drückt man im Finstern mit einer

*) Die Gesammtnaturlehre verlor, einige Jahre zuvor und darauf, mehrere ihrer eifrigsten Förderer; so im Jahr 1819 James Watt (vergl. S. 540), geb. zu Greenrock 1736; 1822 Wilhelm Herschel, geb. zu Hannover 1738; Alexander Volta (s. oben S. 1712 Anm.); in demselben Jahr Fraunhofer, geb. zu Straubing in Bayern 1787; 1827 Laplace, geb. in der Normandie 1749, und Chladni, geb. zu Wittenberg 1756; 1828 Hyde-Wollaston, geb. zu Chiselhurst 1766; 1829 Humphry Davy, geb. zu Penzance in der Grafschaft Cornwallis 1779; 1831 Seebeck, geb. zu Reval; 1832 Goethe, geb. zu Frankfurt a. M. 1749; 1834 Harding, geb. zu Lauenburg 1765; 1844 Kielmeyer, geb. zu Bebenhausen 1765; 1844 John Dalton, geb. zu Eagesfield bei Cockermouth in Cumberland 1766; 1845 Olbers, geb. im Bremischen 1758; 1846 Bessel, geb. zu Minden 1784. Mehrere Jahr zuvor starben, und zwar im Jahr 1812, Malus (s. w. o.), zu Paris geb. 1775, und Cavendish; 1814 Graf Benjamin Rumford, sonst General Thompson, geb. auf der kleinen nordamerikanischen Insel Rumford 1752, und Leslie, geb. 1766; 1816 zu Lilienthal bei Bremen Schröter, geb. zu Erfurt 1745; 1817 zu Windsor Deluc, geb. zu Genf 1727. Vorausgegangen waren diesen schon Lavoisier (hingerichtet 1794), geb. zu Paris 1743; 1795 Wedgewood, geb. in der Grafschaft Stafford 1731; Joseph Priestley, geb. zu Field-Head in Yorkshire 1732. Die früher und zum Theil oben mehr erwähnten großen Beobachter und Denker Otto v. Guericke, R. Boyle und Leibnitz gehören dem 17ten Jahrhundert, an; ersterer wurde geboren 1602 und starb 1686; Robert Boyle 1626, starb 1691, und Leibnitz 1646, starb 1716. Ebenso Robert Hooke, geb. auf der Insel Wight 1635, gest. 1702; Grimaldi, Entdecker des prismatischen Farblichtes, geb. zu Bologna 1613, gest. 1663, und Olaf Römer, geb. zu Copenhagen 1644, gest. 1710.

breiten Fläche, z. B. mit der Breite eines Fingers gegen das geschlossene Auge (oben S. 1687), so erhält man den Eindruck eines kreisförmigen, in Mitten matt, am Rande lebhaft leuchtenden Scheines; wählte man dagegen statt des Fingers dessen Nagel, oder einen andern sehr schmalen Körper, so erzeugt dessen Druck nur ein entsprechend schmales Leuchtbild; offenbar, fügt P. hinzu: in Folge der durch den Druck (also ohne Licht) entstandenen Reizung der Netzhaut, die man in derjenigen Richtung empfindet, in welcher sie durch den Druck zu Wege gebracht worden. Das Gemüth, fährt P. fort, bezieht diese Reizung auf die Stelle, welche Licht, das durch die Pupille in's Auge gelangte, treffen würde. Weil aber die Reizung am Umkreise der niedergedrückten Stelle, der größeren Dehnung wegen, am meisten verbreitet ist, so erfolgt auch hier die Licht-Erscheinung am lebhaftesten. Stralt dagegen in das Auge während der Druck-Reizung gleichzeitig wirkliches Licht, so sieht man nur den Umkreis leuchtend, die Mitte des Bildes hingegen bleibt dunkel, und böte man dem Auge dort, wo das Bild sich zeigt, einen Gegenstand, so würde dieser ihm vollkommen unsichtbar bleiben, und es werden, wenn man ihn vor Beginn des Druckes gesehen hätte; es verwischt dann die stärkere, durch den Druck hervorgegangene Reizung jene schwächere, welche wirkliches reflectirtes Licht zu erzeugen vermag. Ein Fall der Art tritt aber ein, wenn der vordere Theil des Auges wiederholt dem Drucke unterworfen wird, so daß dessen Folge anfängt schmerzhaft empfunden zu werden, oder wenn ein andauernder Druck auf die Sclerotica stattfindet, während ein abwechselnd sich wiederholender, jeweilig unterbrochener Druck die Hornhaut trifft. Man sieht dann, richtet man den Blick z. B. auf eine Kerzenflamme, ästige Linien, die einigermaaßen unter einander verbunden erscheinen, von jedem Theile des Gesichtsfeldes gegen einen mittleren Punkt hin zuschießen, der etwas höher als die Augenaxe, mehr nach außen gegeben zu seyn scheint. Wahrscheinlich erfolgt in diesem Falle ungleiche Bewegung der verschiedenen Stellen der Netzhaut und mithin eine wechselnde Reizung derselben, die in uns das Urtheil erzeugt, als ob wirkliches Licht solch Stralenschießen erzeuge.

v) In Absicht der oben (S. 615, 1644, 1671 u. 1691) berührten doppelten Stralenbrechung oder Lichtpolarisirung durch Brechung, zur Erläuterung noch Folgendes: 1) Wie bereits S. 781 bemerkt worden, hat man bei der Krystallisation insbesondere zweierlei Anziehungen, die in unmeßbar kleinen Fernen wirkende Gegenflächen-Ziehung oder Adhäsion und die in meßbarer Ferne wirksame lineare oder polarische Anziehung, oder die Krystallpolarität, d. i. den Krystallmagnetismus, zu beachten; S. 1611 ff. Anm. Ausführliches

über beide Verhältnisse, sowie überhaupt über Krystallogenie (Krystallbildungs-Kunde) und Krystallometrie oder Krystall-Bemessung, die als solche in Krystallonomie (Lehre von der gegenseitigen Abhängigkeit geometrischer Krystall-Verhältnisse) und Krystallographie oder Krystall-Beschreibung (oben S. 610 ff.) zerfällt, findet man unter andern auch in m. Grundz. II. 41 ff., 46, 49 ff. u. 56 bis 98; 2) alle Krystalle, welche nach Weiß's Anordnung zum 3- und 1-, sowie zum 2- und 1axigen Systeme gehören, gewähren doppelte Stralenbrechung, und in allen erfolgt dieselbe: seitlich der Hauptaxe; die daher auch Axe der außerordentlichen (richtiger: der außergewöhnlichen) *) Brechung genannt wird. Man kann das Wirken dieser Axe auf mannigfache Weise veranschaulichen. Legt man z. B. einen nicht zu dünnen und hinreichend klaren rhomboidalen (als solcher weder den Würfel, noch das regelmäßige Octaëder zur Grundform habenden) Kalkspath auf ein auf weißem Papier entworfenes, rechtwinkliges Dreieck, und dreht es dann allmählig im Kreise herum, so bemerkt man leicht, daß die Menge des einfallenden Lichts sich für beide Bilder theilt und daß es die Hauptaxe ist, von welcher diese Theilung ausgeht. Läßt man im finstern Zimmer einen Lichtstral senkrecht auf die natürliche Fläche des Kalkspaths **) einfallen, so hälftet sich der Stral; ein Theil desselben geht in der Einfalls-Richtung fort und hindurch, der andere wird hingegen von dieser Richtung, dem spitzen Winkel der Rautenfläche sich zuwendend, um beiläufig 6° abgelenkt, mithin von der Brechungsaxe entfernt (oder wie jene, welche das sog. Emanations- oder Emissions-System, d. i. die Eigenwesenheit des

*) In der Ordnung ist auch diese Brechung, aber nicht gewöhnlich.

**) Führt man in Gedanken durch einen krystallinisch-durchsichtigen, rhomboidalen Kalkspath einen Schnitt, der, durch die Scheitel der beiden stumpfen Winkel gehend, die Seitenflächen des rhomboëdrischen Körpers hälftet, so giebt dieses den Hauptschnitt des Krystalls, nämlich ein Parallelogramm, dessen kürzere Diagonale mit der Hauptaxe zusammenfällt. Stralen, welche in der Richtung dieser Axe einfallen, erzeugen kein doppeltes, sondern nur ein einfaches Bild, und dieses Verhalten setzt zugleich in den Stand: die Hauptaxe durch den Versuch zu finden. Der rhomboëdrische Kalkspath stellt nämlich als solcher (als verkörpertes Rhomboëder) ein Rauten-Sechsfach dar, das sechs spitze und zwei stumpfe Körper-Winkel darbietet. Jeder der spitzen Winkel ist = 18° 27′ 47″, jeder der stumpfen = 101° 32′ 13″. Letztere werden von drei gleichen, ebenen und gleich geneigten Winkeln gebildet. Bei den diëdrischen spitzen Winkeln ist die Neigung der Flächen = 74° 55′; bei den anderen mithin = 105° 5′, wie solches die von Malus mittelst der Licht-Rückstralung veranstalteten und von Wollaston mittelst seines Goniometers bestätigten Messungen der Neigungen darthaten. — Erasmus Bartholinus (geb. 1625, gest. 1698) machte zuerst auf die Doppelbrechung des sog. isländischen Krystalls, d. i. des genannten Kalkspaths, aufmerksam.

Lichtes und dessen stralenförmige Verbreitung als genügenden Erklärungsgrund aller seiner Wahrnehmungs-Möglichkeiten gelten lassen: von der Hauptaxe abgestoßen). Fiel dagegen der Lichtstral nicht senkrecht, sondern schief ein, so wird ein Theil des Strals in gewöhnlicher Weise (da er aus der Luft, als dem dünneren Mittel, in das dichtere des Krystalls tritt: dem Einfallslothe zulenkend) und zwar jenem dem Krystalle zukommenden Brechungsvermögen gemäß: im Verhältniß von 1,654 gebrochen, während der andere Theil dem spitzen Rautenwinkel zulenkt. *) Die sog. Wellentheorie oder Undulations-Hypothese Euler's und seiner Nachfolger leitet die Doppelbrechung von der verschiedenen Federhärte des Krystalles ab, **) und kann für diese Ableitung, wenn auch nicht einen entscheidenden, doch einen zustimmenden Beleg entnehmen von jenen Klangfiguren, welche Savart auf in Schallschwingung versetzte Krystalle hervorgehen machte, indem er solchen Weges die Elasticitäts-Unterschiede der Hauptrichtungen des Gefüges nachwies und nach Graden bestimmte; m. Arch. f. d. ges. Naturl. III. 191. ***) Daß: großem Drucke unterworfenes Glas doppelte Stralenbrechung gewährt, folgte schon aus früher hieher gehörigen Versuchen Rochon's (bei dessen Darstellung künstlichen Doppelspaths; m. Grundr. d. Experimentalphysik II. 515), theils aus Brewster's und Seebeck's Versuchen über Licht-Polarisirung durch Spiegelung; a. a. O. 539. Die erste tiefere Einsicht in die vom Doppelspath dargebotenen Brechungs-Verhältnisse verdankt man dem Scharfblick des Schöpfers der sog. Undulations-Theorie (und in dieser Hinsicht Vorgänger von Leonh. Euler) dem holländischen großen Physiker des 17ten Jahrhunderts: Christian Huyghens (geb. zu Haag 1629, gest. 1695, dem Entdecker des Ringes und eines der Trabanten des Saturn, dem Nachweiser der Eiswolken und Erfinder der Pendeluhren). Dieser fand nämlich, daß die ungewöhnliche Brechung einem beständigen Verhältniß des Sinus unterworfen bleibt

---

*) Tritt der Stral im ersterem Falle in zwei künstliche, angeschliffene, auf der Axe senkrechte Flächen ein, so bleibt er ungebrochen, war hingegen seine Einfallsrichtung schief, so unterliegt er auch wiederum der Doppelbrechung.

**) Schon Silberschlag leitete die Doppelbrechung von der örtlich (punktlich) ungleichen Cohärenz des Krystalls ab; a. a. O. 515.

***) Versuche der Art mit Holzscheiben und ebenso auch mit gespannten Häuten, sowie mit dergleichen Kautschuck-Scheiben (oben S. 1166) angestellt, setzen auch für diese in den Stand d. Ungleichheiten der Federhärte nachzuweisen, und so z. B. im letzteren Fall die fragliche durchgängige Federhärten-Gleichheit einer Kautschuck-Haut zu erproben, die man zur Fertigung von Aeolinen, d. i. zu Vorrichtungen zu bestimmen gewählt, welche zur Nachweisung der Marx'schen Klangfiguren dienen sollen.

und mithin eine Größe gewährt, welche für jeden einzelnen Fall bestimmbar ist. Ueber die Art, wie das Phänomen zu Stande kommt, äußert er sich, der Hauptsache nach, wie folgt: Während der Aether sphärisch schwingend das Weißlicht erzeugt, würde derselbe, erfüllte er eine hinsichtlich wägbarer Stoffe vollkommen stofffreie Leere, sich nach allen Richtungen mit gleicher Geschwindigkeit verbreiten, in jedem Raum-erfüllenden Mittel hingegen muß dieses mit abnehmender Geschwindigkeit erfolgen, weil, wegen des Widerstandes des Mittels (S. 30 u. 473), die Halbmesser jener Schwingungen sich kürzen. In Doppelbrechung darbietenden Krystallen schwingt aber nicht nur der Aether in bemerkter Weise und gewährt so die den gewöhnlichen Brechung zugehörigen sphärischen Schwingungen, sondern auch der Stoff des Krystalls selbst, *) und leistet hiedurch dem schwingenden Aether nach gewissen Richtungen größeren, und damit, verglichen mit dem allgemeinen Widerstande der Masse, ungleichen Widerstand, was zur Folge hat, daß in diesen Gegenden des Krystalls die sphärischen Aetherschwingungen in ellipsoidische übergehen. Die Richtung des größten Widerstandes bestimmt die Lage der kleinen Axe des Ellipsoids (in Krystallen mit abstoßender Axe ist sie mit der Axe der stumpfen Ecken parallel), deren Wirkung in jenem Verhältniß wächst, in welchem der Winkel, den der Lichtstral mit der Axe macht, größer wird, und die Größtes erreicht, wenn dieser Winkel ein rechter ist. Laplace's hieher gehörige Untersuchungen zeigten, daß, Falls die Bahn des ungewöhnlich gebrochenen Strals außerhalb der Brechungsaxe liegt, seine Geschwindigkeit sich mindert, sofern die Axe abstoßend wirkte, hingegen sich vermehrt, wenn diese sich anziehend bethätigt; a. a. O. II. 514 ff. Ueber die verschiedenen, in bemerkter Hinsicht abstoßend wirkenden Krystalle (anorganischen wie organischen Ursprungs); s. a. a. O. 515 ꝛc. Ueber Krystalle (z. B. die des Glimmers) mit zwei Hauptaxen, eine in der Ebene der Blätter, die andere lothrecht auf derselben; ebendas. 516. Biot fand einige Zeit nach Laplace's Untersuchungen; daß es auch Krystalle gibt, deren Hauptaxe anziehend wirkt, und nannte, da er dergleichen zunächst und auffallend beim Quarz (Bergkrystall ꝛc.) bemerkte, dieses die Quarz-Polarisation, die der abstoßenden Axen hingegen

*) Auch Euler, der die Dichte seines Aethers berechnet und für 38756100mal geringer erachtete, als jene (mittlere) der Luft, gestand den durchsichtigen Körpern das Vermögen zu, vom Aether mit Licht-Geschwindigkeit bewegt werden zu können, damit aber auch das: den Körpern den Aether in Bewegung zu setzen; während er von den spiegelnden Flächen voraussetzte, daß sie nicht selber in Bewegung gerathen, wenn sie die Aetherwellen zurückwerfen.

die Beryll- oder Kalkspath-Polarisation. Brewster's hieher gehörige, im Jahr 1815 gemachte Entdeckungen wiesen erstere für viele (a. a. O. erwähnte) Krystalle nach; a. a. O. 516 ff. Ueber die mit dergleichen Brechungen möglicher Weise verknüpften Farb-Erscheinungen; ebendas. u. ff. Lichtenberg's Aeußerung gegen Silberschlag und Huyghens; ebendas. 515. Ueber Newton's hieher gehörige Bemerkungen, welche die Vorläufer der von Malus 1808 entdeckten Licht-Polarisation durch Spiegelung bilden; ebendas. 527. Ueber Malus' u. A. hieher gehörige Versuche; a. a. O. 523 ff.

φ) Fängt man gegen die Mittagszeit im finstern Zimmer einen nicht zu lebhaft leuchtenden Lichtstral mittelst eines ebenen Spiegelglases so auf, daß der in der oder nahe der Richtung des Meridians einfallende Lichtstral mit dem Horizonte einen Winkel von 19° 10′ macht, und mithin, gemäß der dem Glase ertheilten Neigung, in dasselbe unter einem Winkel von 35° 25′ einfällt; so wird nur ein Antheil des einfallenden Lichtes zurückgeworfen, der andere Antheil hingegen theils als polarisirter Stral hindurchgelassen, theils bis zum Verschwinden gedämpft. Hatte man aber die Rückfläche des Glases geschwärzt (z. B. mit Geigenharz-Firniß und Ruß, oder mit Tusche), so verschwindet auch der polarisirte Antheil. Stellt man dagegen unterhalb des Glases und ihm parallel ein zweites Glas von gleicher Beschaffenheit, so wird es den ihm senkrecht zugeworfenen Stral, ihn in gewöhnlicher Weise spiegelnd, so zurückwerfen, daß dieser, rückkehrend, dem einfallenden Stral parallel erscheint; dreht man nun aber das untere Glas aus der dem oberen parallelen Lage im Kreise, ohne dabei seine Neigung gegen den einfallenden Stral zu ändern, so verliert sofort der vom zweiten Glase gespiegelte Stral an Leuchtstärke, so daß er bei einer Achtelkreis-Drehung (=45°) nur noch halb so stark, als ursprünglich leuchtet, und bei einer Viertels-Drehung (=90°) fast gar nicht mehr vorhanden ist und wirklich gänzlich verschwunden seyn würde, wenn der einfallende Lichtstral nicht eine, wenn auch noch so kleine Fläche, sondern nur einen Punkt des zweiten Glases hätte treffen können. Fährt man jetzt zu drehen fort, so gewinnt der vom zweiten Glase gespiegelte Stral sofort wieder an Leuchtstärke, erreicht bei 180° wiederum seine ursprüngliche, verliert sie auf's Neue und in dem Maaße, wie zuvor bei 90°, sobald die Drehung 270° erreicht hatte, so daß bei vollendeter Umdrehung die Leuchtstärke des (von dem zweiten Glase) gespiegelten Lichtes zwei dem Azimuth 0° und 180° entsprechende Größte (Maxima) und zwei mit dem Azimuth 90° und 270° übereinstimmende Kleinste (Minima) dargeboten hat, denen gemäß es in den ersteren gänzlich gespiegelt, in letzteren hingegen theils gedämpft, theils

hindurchgelassen wurde. Bricht bei diesem Versuch das gewählte Glas das Licht stärker oder schwächer, als das in dem Versuch von Malus benutzte französische Spiegelglas, so wird der Polarisations-Winkel, von der gemeinschaftlichen Fläche an gerechnet, kleiner oder größer als 45° seyn. Aenderung der Neigung des zweiten Glases macht, daß die Leuchtung des gespiegelten Lichtes in keinem der Azimuthe mehr $=0$ wird, jedoch bei 90° und 270° als schwächste sich zeigt; traf die Aenderung nur den Einfalls-winkel, so wird der Stral bei 90° und 270° ebenfalls nicht gänzlich hindurchgelassen und, war die Rückfläche des Glases undurchsichtig, nicht völlig gedämpft. Aehnlich wie die von dem unter 35° geneigten Spiegel zurückgeworfenen Stralen, verhalten sich auch jene, welche über einander geschichtete Glasplatten durchzuckt hatten, bevor sie zu einer Spiegelfläche gelangten; waren sie senkrecht hindurchgegangen, so werden sie von dem Spiegel in jeder beliebigen Lage zurückgeworfen, wie gewöhnliche Stralen, waren sie aber schief eingefallen, so verhalten sie sich wie die in obigem Versuche dem unter 35° geneigten Spiegel zugeworfenen, und richtet man die bereits durch jene Glasplatten gegangenen Stralen gegen andere, ähnlich geschichtete, so durchzucken sie diese nicht in allen Richtungen. Festigt man einen rhomboëdrischen Kalkspath in einer innen geschwärzten Röhre dergestalt, daß vom Spiegel zurückgeworfene Stralen durch eine untere Oeffnung der Röhre zu der Oberfläche des Krystalls gelangen, so sieht man diese Oeffnung in einigen Lagen, wie die Doppelbrechung es heischt, an zwei verschiedenen Stellen, aber ungleich deutlich, hingegen erblickt man sie nur einmal, wenn die Hauptfläche des Krystalls zur Rückstralungs-Ebene des Spiegels senkrecht oder ihr parallel ist; ähnlich wie der Kalkspath, verhält sich auch plötzlich erkaltetes, sogenanntes ungekühltes Glas. In einer oder der andern Weise polarisirtes Licht gewährt auch die Farbe der dünnen Blättchen (oben S. 1682 u. a. a. O. II. 472 u. 491) in eigenthümlicher Weise. Hatte man vom schiefen Spiegel zurückgeworfenes, oder schief durch Glasplatten-Schichtungen gegangenes Licht auf dünne Gyps- (sog. Marieneis-) oder auf dergleichen Glimmer- (sog. Marienglas-) Platten einfallen lassen und den hindurchgehenden Antheil derselben mit einer geneigten Glasplatte aufgefangen, so bieten die dünnen Blättchen lebhafte Farben dar, die bei Abänderungen der Neigungen wechselnd in ihre Ergänzungsfarben übergehen, in gleichen Abständen am meisten gesättigt, bei ungleichen verschiedentlich stark und lebhaft sichtbar werden. Legt man auf eine klare, dünne, kreisrunde Fensterglasscheibe eine Schicht Glasplättchen, oder statt derselben einen zur Axe rechtwinklig geschliffenen Kalkspath, festigt dann die Scheibe so zwischen den beiden Spiegeln (am besten: der

Polarisations-Maschine [S. 1699]), daß man in den oberen (in einer innen geschwärzten Röhre gefaßten) Spiegel zu schauen vermag, so sieht man bei lichtheller Stellung in dem Spiegel, auf der obersten Glasplatte oder auf dem Kalkspath, ein weißes Kreuz und in dessen Ecken (zwischen je zwei Armen desselben) farbige Ringe, bei dunkler Stellung hingegen ein schwarzes Kreuz mit Ringen, welche die Ergänzungsfarben der vorigen Ringe darbieten. Am besten eignet sich zu diesen und ähnlichen Versuchen das Licht weißer Wolken (oder das des matten Glases, sog. Astrallampen) und eine passende Vorrichtung, mittelst der man z. B. das von einem schwarzen Spiegel (Obsidian-Spiegel) polarisirte Licht (durch Drehen derselben) senkrecht auf die Kalkspath-Platte (oder deren Vertreter) einfallen lassen, dann aber den durch diese hindurchgegangenen Antheil von dem unteren zweiten schwarzen Spiegel auffangen kann, nachdem man diesen (durch Drehen der Röhre) so gestellt hatte, daß er — bei Abwesenheit der Kalkspath-Platte — vom Lichte des ersten Spiegels nichts zurückwirft und mithin dunkel bleibt. Es zeigen sich dann sehr schön jene farbigen concentrischen Ringe, durchschnitten von einem großen schwarzen Kreuz (Seebeck's entoptische Figuren), *) dessen Arme sich mehr und mehr breiten, je weiter sie vom Mittelpunkt des Kreuzes entfernt erscheinen. Die Farben selbst gehören, beim Schwarz des Kreuzes bläulich-weiß beginnend, den Farben der dünnen Blättchen erster Ordnung an (a. a. O. 492 ff.) wie sie Newton's und Mazea's Farbenringe zeigen. Die Polarisations-Vorrichtungen von Biot, Baumgartner und zum Theil auch jene von Mayer (S. 1671) setzen in den Stand, die hieher gehörigen Versuche mit nöthiger Schärfe anstellen zu können. Einige Physiker nennen jene Farbenphänomene (der entoptischen Figuren) auch Depolarisation des Lichts. Die Farben selbst sind Erfolge eintretender Interferenzen. In Fällen, in welchen die Polarisation nur durch Spiegel bewirkt wurde, nennt man diese auch wohl vorzugsweise „Polarisation durch Reflexion," wo hingegen durchsichtige Medien sie bewirkten, „Polarisation durch Refraction," der Winkel aber, unter dem die Polarisation überhaupt eintrat, wird der Polarisationswinkel genannt; wie bereits bemerkt, ist er beim französischen Spiegelglase $= 35^0\ 25'$, beim Wasser nur 37^0, beim Diamant nur $= 22^0$. Brewster entdeckte, daß derselbe mit dem Brechungsvermögen der Körper in einem bestimmten Verhältniß steht, und fand so zugleich, daß nicht alle Farben unter demselben

*) Oben S. 1691; vergl. Schweigger's Journ. VII. 285. XII. 1 ff. XVII. 148. Muncke's Vers. in Gilbert's Ann. LVII. 203 u. m. Experimentalphys. II. 534 ff. Ueber sog. feste und bewegliche Polarisation, ebendas. 528.

Winkel polarisirt werden, weil die verschiedenen Farbstralen ungleich brechbar sind. Biot setzte zuerst den Unterschied fest zwischen Polarisationsaxe und Axe der fortschreitenden Bewegung des Lichtstrals; a. a. O. 526. Beim Doppelspath liegt die Polarisationsebene für den gewöhnlich gebrochenen Stral in einer durch die letztere Axe desselben und durch eine mit der Krystallaxe gleichlaufenden geraden Linie gelegten Ebene, genannt die Polarisations-Ebene; für den ungewöhnlich gebrochenen hingegen steht sie senkrecht auf der Ebene. Sind zwei gradlinig polarisirte, in verschiedenen Ebenen schwingende Wellenfolgen von einander verschieden, so treten dadurch, der Undulations-Theorie gemäß, ein: kreisförmige oder elliptische Bewegungen der Aethertheilchen. Jenes Nichtspiegeln des zweiten Glases, bei einer Drehung bis zu 90° rc. (des obigen ersten Versuchs) ließ Malus folgern: daß die Spiegelung des senkrechten Strals nicht vom Neigungswinkel, sondern von den Seiten des Strales abhienge; der in die Einfallsebene des zweiten Spiegels fällt. Solche, unter bestimmtem Winkel auf einander stehende Seiten nannte er Pole des Strals; daher der Ausdruck Polarisation; Gilbert's Ann. XXXVIII. 237; m. Exp. II. 520. — Neigt man die dem polarisirten Strale senkrecht entgegenstellende Doppelspathplatte (obigen Versuchs) mehr und mehr, so wächst mit zunehmender Schiefe des einfallenden Strals die polarisirende Wirkung der Axe des (negativen *) Krystalls in jenem Verhältniß, in welchem die Größe des Neigungswinkels (sammt der Länge der Bahn des Lichtstrals) zunimmt. Da nun mit jeder Winkeländerung auch für hinreichend dünne Blättchen (z. B. des Glimmers rc.) Aenderung der Farbenstufe eintritt, so benützte Biot dieses Verhalten zur Farben-Messung in seiner Farbenscale (Colorigrade); m. Experimentalphys. II. 540. Ueber die Art, wie Biot mittelst Cauchoiz's Sphärometer die Dicke dünner Blättchen maß; und wie er sie aus jener Farbe berechnete, welche dünne Blättchen von bekanntem Brechungsvermögen darbieten, wenn sie durchstralendem, polarisirten Licht zum Lichtleiter (Medium) dienen, sowie umgekehrt: wie er aus der bekannten Dicke auf die zu erwartende Farbe schloß; vergl. a. a. O. S. 493 ff., und Gilbert's Ann. XLVI. 14 ff.

*) Legt man zwei gleichdicke Doppelspathe mit entgegengesetzter Richtung ihrer Axen über einander, so geben sie nicht zwei Bilder, sondern nur eins, das aber doppelt so stark leuchtet, als das von nur einem Krystalle erhaltene. Aehnlich verhalten sich auch die positiven (anziehende Axen darbietenden) Krystalle. Stralen, die bis zur hinteren Fläche eines doppelt brechenden Krystalls eindringen, werden auch doppelt gespiegelt; daher die Vervielfältigung der Bilder durch Doppelspath und Doppelspiegelung. — Purkinje's „Klangfiguren der Luft" (m. Arch. V. 430 ff.) ändern deren Lichtbrechung nicht merklich.

6) In Beziehung auf Elektricität und Magnetismus, zu dem hierüber bereits Mitgetheilten (vergl. S. 763—768 und die S. 1011 angezogenen Stellen dieses Handbuchs) hier noch folgende Ergänzungs-Bemerkungen: *)

A. Die meisten der jetzt lebenden Physiker leiten die hieher gehörigen Erscheinungen von angeblich selbstständigen Ursachen, von unwägbaren, höchst beweglichen Urflüssigkeiten ab und nur sehr wenige derselben dürften mit dem Verfasser dieses Handbuchs (a. a. O.) beide Classen von Erscheinungen lediglich für bloße besondere Bewegungsformen der Raum-erfüllenden und wägbaren Stoffe erachten; und wenn auch Einige von ihnen nicht ungeneigt sind, den Magnetismus — da dieser, gleich der Schwere, sich kosmisch nachweisen, wenigstes als an Weltkörpern unseres Sonnensystems, wie an unserer Erde, entwickelt, sich verfolgen läßt **) und da er keiner Eingrenzung (keiner Isolation) ***)

---

*) Hinsichtlich der zu Erläuterungen des Elektrisch- und Magnetisch-Gesetzlichen, so wie überhaupt zur Veranschaulichung der zur Experimental-Physik erforderlichen Geräthe und Vorrichtungen sind besonders lehrreich: Dr. C. M. Marx: die physikalische Sammlung des herzogl. Collegii Carolini in Braunschweig; Dr. G. Lautenschläger: Figurentafeln zur Physik, nebst ausführlicher Erklärung. Darmstadt. Erstes und zweites Heft 1837; drittes 1839; vierter (Wellenlehre und Wärme) 1840; fünftes (Licht) 1841 und sechstes (Magnetismus und Elektricität) 1843. gr. 8.

**) Da Magnetismus: Elektricität zu erregen vermag (Magneto-Elektricismus), so läßt sich erwarten, daß, wenn Weltkörper magnetische Wirksamkeit offenbaren, bei ihnen die elektrische auch nicht fehlen wird; und Gleiches gilt auch in Beziehung auf Wärme und Licht (Thermo- und Photo-Elektricismus und -Magnetismus).

***) Findet ein Magnet sich von Eisen allseitig umgeben, oder durch eine eiserne Wand von anderen magnetisch anziehbaren Stoffen getrennt, so wird sein Wirken auf diese anderen Stoffe stets mehr oder weniger, (im erstern Falle bei zugleich beträchtlicher Dicke der eisernen Umgebung — oftmals bis zur scheinbaren Unwahrnehmbarkeit) geschwächt, aber Isolation des Magnetismus kann man das nicht nennen; denn der Erde (dem Erd-Magnetismus) bleibt der frei bewegliche Magnet dabei stets unterworfen. Die Erde ist dadurch nicht in ihrer Einwirkung auf ihn, und er nicht in seiner Gegenwirkung auf sie beschränkt, von denen die letztere sich äußert durch die Polarität des Magnets, d. i. durch seine Richtung, indem er mit seinem einen Ende, oder, bei sog. Lateral-Magneten, mit seiner einen Seite: mehr oder weniger nach Norden, mit dem entgegengesetzten Ende, oder mit der entgegengesetzten Seite, mehr oder minder nach Süden weiset. Man benutzt übrigens jene dem Magnetismus (d. i. dem Vermögen: in die Ferne auf solchen Wegen magnetisirbare Stoffe, z. B. auf Eisen oder Nickel magnetisirend und auf schon magnetische Stoffe anziehend oder abstoßend zu wirken; s. S. 611) hemmend entgegentretende Wirkung der eisernen Umgebung, um umgekehrt einen in Absicht auf Polarität in Gebrauch genommenen Magnet, z. B. die sog. Magnetnadel eines Compasses, oder einer Boussole (eines Magnetkästchens), gegen den ablenkenden und dadurch (hinsichtlich der Richtung, zu welcher der Erdmagnetismus die Magnetnadel bestimmt) störenden Einfluß des in der Nähe befindlichen Eisens (z. B. jenes des Schiffes; insbesondere auch der eisernen Blitzableiter ꝛc.) zu sichern; m. Arch. II. und III. 421 bis 437.

unterwerfbar ist — hievon auszunehmen und ihn, wie die Schwere, einer besonderen kosmischen Kraft (oder Urbewegung) oder zweien Gegenkräften zuzuschreiben, so scheint ihnen doch dagegen das Vorhandensein von einer elektrischen Flüssigkeit, oder von zwei dergleichen unabweisbar, und sollte sich ihnen auch im weiteren Verlauf hieher gehöriger Untersuchungen unläugbar herausstellen, daß z. B. der elektrische Funke überall nur, wo er auch entlockt werden möge, polarisch bewegtes Gas (Luft oder Dampf) sei; sie würden doch schwerlich die Meinung aufgeben: daß bei allen elektrischen Erscheinungen sich ein eigenthümliches Fluidum, oder statt desselben, zwei dergleichen, in Bewegung versetzt befinden. Man darf aber auch weiter voraussetzen, daß die Mehrheit dieser Physiker, zur Zeit, für Elektricität und Magnetismus nicht zweierlei, sondern nur einerlei Gattung von sog. Urflüssigkeit*) als zureichender Grund ihrer Bethätigungen gelten lasse, in dieser Hinsicht Ampère's Vorstellung mehr oder weniger beipflichtend; oben S. 764. Andererseits nähern sich aber mehrere jener Naturforscher, welche zwei,

---

*) Von jenen Physikern, welche für die Wärme als zureichenden Grund die Annahme eines Wärmestoffes für nöthig erachten, nehmen Mehrere nur einen allgemeinen Flüssigkeitsgrund als Ursache alles Flüssigseins an, und halten den Wärmestoff selbst für diesen letzten Grund aller Flüssigkeit, wie aller Ausdehnsamkeit und Federhärte, und indem sie diese Annahme demnach auch bei denen, von ihnen ebenfalls vorausgesetzten elektrischen (und magnetischen) Flüssigkeiten, als nothwendig gültig voraussetzen, sind sie gezwungen, diese sog. Flüssigkeiten als Zusammensetzungen aus schmelzbaren starren Urstoffen und Wärmestoff anzuerkennen, und als Beweis dieser Voraussetzung jene (bei starken galvanischen Ketten bis zur heftigsten Weißgluht reichenden) Erhitzungen in Anspruch zu nehmen, welche der Schließungsbogen dort darbietet, wo in ihm die Ausgleichung beider E zu OE eintritt; aber das OE ist ja selbst, wenn + E und — E selbstständige Eigenwesen sind, nothwendig auch und zwar ein zusammengesetztes Wesen der Art, das am Flüssigsein sogar jeden seiner Bestandtheile unermeßlich weit übertrifft, indem es sich, doch offenbar wegen übergroßen Flüssigseins, aller Wahrnehmung gänzlich entzieht; wonach dann, bei seiner Bildung nicht Wärme frei, sondern vielmehr gebunden und mithin ungeheure Kälte (statt der heftigen Glühhitze) erzeugt werden müßte. Diesen Einwurf machte sich wahrscheinlich auch Winterl und kam daher auf den Gedanken, daß + E und — E die Urelemente des sog. Wärmestoffs seien, und denselben bei jenen Erhitzungen des Schließungsbogens (er kannte Ritter's: Erglühen der Metalle und deren Verbrennungen und ähnliche galvanische Erhitzungs-Erscheinungen, wie aus seinen Schriften hervorgeht, sehr wohl und leitete zum Theil auch die Salzbildungs-Erhitzungen von der Vereinigung seines Säure- und Base-Princips, wie er die beiden E benannt wissen wollte, ab). Andere nahmen statt dessen an: daß beide E, wenn sie durch ihre Ausgleichung Wärmung hervorbringen, solche dadurch bewirken, daß sie, indem sie sich berühren, sie hiedurch in ihrer Anziehung zur Wärme auf's Höchste gesteigert oder verstärkt würden, und daher, in diesen Zeittheilchen, aus ihren Umgebungen Wärme herbeizögen und verdichteten; allein dann müßten die Umgebungen des Schließungsbogens entsprechende Kühlung erleiden; sie werden aber nicht kälter, sondern wärmer (je näher dem Schließungsbogen, um so mehr); s. w. u.

in Absicht auf Beweglichkeit, Ausdehnsamkeit und Elasticität (Spannung), Unwägbarkeit rc. zwar einander gleichende, aber ihren übrigen Verhalten und denselben entsprechenden Eigenthümlichkeiten nach einander entgegengesetzt geartete elektrische Flüssigkeiten voraussetzen, jener Folgerung, zu welcher der Verfasser dieses Handbuchs gelangt war, als er in seinem 1807 erschienenen „Grundriß der Chemie" und dann 1808 und 1809 in seinem „Grundriß der Experimentalphysik" (erste Aufl.) nachstehende Folgerungen öffentlicher Prüfung unterstellte: Da die Elektricitäten sowohl im sog. Amsterdamer Versuch, *) als in allen durch sie bewirkten Zersetzungen chemisch verbundener Stoffe, wirken: wie einander chemisch entgegengesetzte Stoffe, und da umgekehrt letztere (bei Verstärkung der galvanischen Ketten durch chemisch wirksame Zusätze zu dem feuchten Leiter) die Erzeugung der beiden E beschleunigen und dadurch die elektrische Wirksamkeit der Kette erhöhen, so ist in dem Gegensatze der beiden E und in jenem der chemisch gegenthätigen Stoffe kein wesentlicher, sondern nur ein abstufungsweiser (gradueller) Unterschied gegeben, und, fügte ich weiter folgernd hinzu, sollte sich für beide E (sog. + E und — E) dereinst wirkliche Eigenwesenheit (unbezweifelbare selbstständige Stoffheit oder Materialität) nachweisen lassen, so werden sich beide verhalten wie Hydrogen oder Oxygen, d. h. so wird in ihnen das H und das O als in freiester und beweglichster Wesenheit und im sog. O E ein: solcher Wesenheit entsprechendes Wasser sich darbieten. **) Späterhin knüpfte ich (in m. Grundz. der Physik und Chemie, 2te Aufl.) hieran die weitere Folgerung: chemische und elektrische Gegenwirksamkeit sind wesentlich gleiche Bethätigungs- und damit Bewegungs-Formen, die sich eben darum auch wechselseitig zu erregen oder hervorzurufen vermögen; wie + E und — E den chemischen Gegensatz im Wasser, in den wäßrig-flüssigen Salzen rc. erweckt, so umgekehrt auch jede chemische Mischung, und daher auch jede dergleichen Zersetzung den elektrischen, und wenn daher die Wirksamkeiten gewöhnlicher (feste Leiter zu Mitgliedern habender) galvanischer Ketten sich steigern mit der Zunahme der chemischen Wirksamkeit des feuchten Leiters, und wenn wirksame (einfache wie zusammengesetzte) nur aus feuchten Leitern zusammengesetzte Ketten gebildet werden, ***) so sind

*) Zu Harlem und zu Amsterdam wurde (vor der Entdeckung des Galvanismus) Wasser zersetzt durch die Elektricität des sog. ersten und zweiten (des Reiber- und des Reibzeug-) Conductors der Elektrisirmaschine und am Golddraht des ersten O-Gas, an jenem des zweiten H-Gas erhalten. Man erklärte damals diese Zersetzung für eine Auseinanderschiebung der neben einander gelagerten und einander gegenseitig gebunden haltenden Wasserbestandtheile.

**) Ritter vermuthete, daß, vermöchte man + E und — E in sehr großer Menge innerhalb eines passenden Behälters zu O E zu vereinigen, man Wasser erhalten würde.

***) Ketten der Art hat Humphry Davy und haben nach ihm Andere dargestellt

es hauptsächlich die chemischen gegenseitigen Anregungen ihrer Glieder, welche solche Zunahme der gegenseitigen Elektrisirungs-Bethätigung hervorgehen machen, und in den Richtungen, in welchen diese Bethätigungen eintreten (oder solche aufgeregte Kräfte sich bethätigen) d. h., in die Sprache der heutigen Physik übersetzt: und der elektrische Strom, der hiebei erfolgt (oder, Falls man zwei sog. elektrische Flüssigkeiten gelten läßt: und die Ströme der hiebei zur Entwickelung gelangenden Elektricitäten) geht vom elektronegativen zum elektropositiven, und bei Schließung der Kette, durch den schließenden Bogen zu dem elektronegativen zurück (und bei Annahme von zwei einander entgegengesetzten Elektricitäten: und die Ströme der beiden E trennen sich polarisch, d. h. gehen von der Stelle ihrer Erregung aus nach zwei, einander entgegengesetzten linienförmigen Richtungen aus einander). Zur

---

unter diesen auch der Verf. dieses Hdbs. zum Oefteren; sie wirken freilich nur schwach, aber junge weibliche Froschpräparate werden doch schon von Batterieen erregend bewegt, wenn diese auch nur aus Glaubersalz-, Essig-, Salmiak- und Wasser-haltiger Pappe (von 6 Geviertzoll Fläche) aus 100 Plattenpaaren derselben erbauet worden waren. Nasse Säuren, Salze und Wasser geben noch wirksamere zusammengesetzte Ketten der Art. — Ritter bildete zusammengesetzte galvanische Ketten aus einer Reihe von Froschpräparaten mit zwischengelegten wässrigen Leitern; hätte er sie hinreichend vermehrt und die Endglieder in leicht zersetzbare Flüssigkeiten gebracht (wozu jetzt gelöstes Kalin-Jodid oder Jodkalium am zweckmäßigsten dienen würde), so hätte er so einen Vorläufer der Volta'schen Batterie erfunden. — Schon Gren (Journ. d. Phys. II. 138) folgerte, daß + E und — E Wasser erzeugen. — Ueber Ampère's Ansicht von der Natur der Elektricität und des Magnetismus, verglichen mit der vom Verf. dieses Hdbs. dargebotenen, ist noch zu vergleichen oben S. 273, 326 und 862; ebendaselbst auch über elektrische und chemische Bewegung, vergleiche mit S. 762 ff., und über den sog. elektrischen Vertheilungs-Zustand der geschlossenen chemischen Verbindungen S. 343. Ueber den Einfluß der Erde auf die Magnetnadel S. 155. Das 4te, 5te und 6te Capitel der 2ten Aufl. m. Grundrisses der Experimental-Physik enthalten unter anderen eine mit literärischen Nachweisungen verknüpfte geschichtliche Uebersicht des Magnetismus, der Elektricität, des Galvanismus und Elektromagnetismus (sammt Vorläufern des später von Faraday entdeckten Magneto-Elektricismus) bis zum Frühling 1821; eine weitere schriftwerkliche Nachweisung der Art findet man in der 2ten Aufl. m. Grundz. der Physik und Chemie, bis zum Jahr 1833; in der unten unter B. folgenden geschichtlichen Darlegung sind daher alle bis zum letztgenannten Jahre erforderlichen schriftstellerischen Nachweisungen der Art unterblieben, und nur die wichtigsten jener Entdeckungen und Erfindungen in dieser Hinsicht näher bezeichnet worden, welche vom Jahr 1833 bis auf die neueste Zeit (1848) hinaufreichen. — Folgende, zu dem letzterwähnten Zeitabschnitte gehörige Mittheilung möge schon hier Raum gewinnen, da sie sich theils an die oben S. 1656 gegebene knüpft, theils noch der prüfenden Wiederholung bedarf, bevor man sie den neueren oder vielmehr neuesten geschichtlichen Ereignissen des in Beziehung auf Elektricität Gesetzlichen einreihet. Silbermann's Versuchen über die durch Kupferdrähte vermittelte Leitungsgeschwindigkeit der Elektricität zufolge soll letztere sich wenigstens 300 Millionen mal schneller als das Licht bewegen (?), was dann, bestätigt, freilich sehr beträchtlich von der a. a. O. mitgetheilten Größe der Elektricitäts-Geschwindigkeit abweicht. S. setzt voraus, daß Kupfer 4575 mal besser als Wasser leitet (?) . .

weitrren Erläuterung der Gesammtheit, aller hieher gehörigen Hauptverhalten, möge folgender geschichtliche, von Einzelerläuterungen, wie von Nachweisungen der verschiedenen, für das volkliche Leben mehr oder weniger wichtig gewordenen Anwendungen begleitete Rückblick dienen.

B. a) Reibungs-Elektricität. α) Schon Thales und Theophrast Eresius (letzterer 300 Jahre vor Chr. Geb.), dann Plinius (im Jahre 70 unserer Zeitrechnung) und ebenso auch Strabo, Dioskorides und Plutarch gedenken zwar des am Börnstein (Ἤλεκτρον) oder Elektron, dann am Lynkurier (wahrscheinlich: der Turmalin oder edle Schörl; nach Anderen: der „Hyacinth") und am Gagat (Pechkohle) durch Reiben erweckbaren Anziehungs-Vermögens, dem gemäß diese Mineralien, gerieben, leichte Körperchen anziehen und darauf wiederum von sich entfernen (abstoßen), aber mehr denn 1500 Jahre gehen noch vorüber, ehe statt der nur beobachtenden die durch Versuche fortschreitende Physik sich dieser Thatsache bemächtigt und sie weiter zu verfolgen beginnt. William Gilbert ist es vorbehalten, in dieser Hinsicht die Bahn zu brechen; da er aber seine Aufmerksamkeit jenem Verhalten des Börnstein ꝛc. nur nebenbei widmet, indem ihn vorzugsweise der Magnetismus, und insbesondere das Verhältniß der frei schwebenden Magnetnadeln unter sich und zur Erde beschäftigt,*) so beschränken sich seine die Reibungs-Elektricität betreffenden Versuche nur auf die Beantwortung der Frage: ob auch Edelsteine (Diamant und andere minder harte), Glas, Schwefel und Schellack gerieben sich verhalten wie der Börnstein, die seine Versuche ihn bejahen lassen. Jene Anziehung kennend, welche einander nicht berührende ungleichnamige Pole zweier Magnete auf einander ausüben und nicht weniger vertraut mit der Abstoßung gleichnamiger Pole (vergl. oben S. 1611 Anm.) erachtet er die Anziehungen und Abstoßungen der genannten geriebenen Körper für wesentlich gleich mit denen der Magnete und erst durch die Versuche eines Otto v. Guerike, der seine, von ihm zunächst mit der Hand geriebene Schwefelkugel-Elektrisirmaschine 1672 beschreibt (oben S. 32), Robert Boyle und Hawksbee, der bereits mit einer Glaskugel experimentirte, denen dann (1728) Stephan Gray folgt, der zuerst die Elektricität des reibenden Glases an isolirte Conductoren (die er auch durch Menschen, Thiere u. s. w. vertreten läßt)

---

*) Vergl. dessen: De magnete magneticisque corporibus et de magno magnete tellure physiologia nova. Lond. 1600. Fol. Er stellte unter anderen Beobachtungen an über die Stellungs-Aenderungen seiner Terrellen; so nannte er verhältlich drei bewegliche kugelförmige Magnete, deren Oberfläche von ihm mit Aequator, Meridianen, Polen ꝛc. bezeichnet worden waren.

überträgt, und den von Boyle, Hawksbee und Anderen nachgewiesenen Unterschied der sog. Isolatoren und Leiter bestätigt, wird beider Verschiedenheit erwiesen und die weitere Erforschung der Reibungs-Elektricität ersprießlich verfolgt. Daß zwei neben einander an Fäden hängende leichte Körperchen (durch den elektrisirten Conductor) elektrisirt, sich abstoßen, führte späterhin zur Erfindung der Elektricitäts-Anzeiger (Elektroskope) und der Elektricitäts-Messer (Elektrometer). Das einfachste und zugleich sehr empfindliche Elektroskop ist das Berzelius'sche. Es besteht aus einem senkrecht gestellten Katzenhaar,*) das mit dem unteren, dickeren Ende, mittelst etwas Siegellack, in ein ebenfalls senkrecht stehendes Glasröhrchen eingekittet worden, welches von einem kleinen Fußgestell getragen wird. Nähert man der Spitze dieses Haares von der Seite her einen, hinsichtlich seines Elektrisirtseins fraglichen Körper, so neiget sich die Spitze zu demselben, sofern er + E oder — E darbietet, und zwar um so stärker, je mehr des einen oder des anderen dieser E der Körper hatte und je mehr man ihn dem Haare näherte. Zu den vorzüglicheren Elektrometern gehören das Canton'sche (zwei neben einander herabhängende einfache Seiden- (besser Spinnen-) Fäden, von denen jeder unten mit einem kleinen Hollundermark-Kügelchen versehen worden. Zweckmäßig festigt man beide Fäden in dem unteren Ende eines Metalldrahtes, den man hiezu zweimal durchlöchert hatte, und dessen oberes Ende einen Korkstöpsel durchragt, der ein passendes Cylinder-Glas (ein sog. Mixturglas, in das die Fäden herabhängen) schließt, während das oben herausragende Drahtende in einen messingenen (vergoldeten) Knopf endet. Den Kork überzieht man überall mit Schellackfirniß. Oder man verbindet das obere Ende des Drahtes mit einer kreisrunden, überall vergoldeten Spiegelglas-Platte, die einem unten durch ein passendes

*) Streicht man schwarzen oder dunkelbraunen Katzen im Dunkeln den Rücken: gegen die Richtung der Haare (gegen den Strich), so bemerkt man (bei trockener Luft) mehr oder weniger schwach knisternde und schwach hellende Fünkchen. Reibt man einen Katzenbalg gegen Glas, so erhält er +, das glatte Glas dagegen — E, reibt man ihn dagegen an Diamant, so erhält er gegen diesen — E, der Diamant aber + E. Mattes Glas erhält — E gegen glattes, dagegen + E gegen Wachstaffent, Schwefel, Metalle ꝛc. Schwefel gegen Metalle + E, gegen Harze (vergl. oben S. 1168), Wolle, Papier, Holz, die Hand — E. Siegellack (bester Schellack) bekommt gegen Wolle, Thierfelle, Leder — E, gegen mehrere Metalle + E; trockenes Holz + E durch Seide, — E durch Wolle; weiße Seide + E gegen schwarze, und von zwei seidenen Bändern, welche an einander gerieben werden, wird das seiner Faden-Länge nach geriebene elektropositiv, das der Quere nach bewegte dagegen elektronegativ; werden ähnlich geartete, aber ungleich harte Körper an einander gerieben, so erhält der härtere (der reibende) + E, der weichere — E. Diamant erhält gegen alle übrigen Körper, dieselben reibend, + E, Glasflüsse (sog. falsche Diamanten) werden gegen ächten Diamant durch Reiben stets elektronegativ.

Fußgestell (am besten durch eine eingekittete zweite, aber unvergoldete, dagegen mit Schellack überzogene kreisrunde Glasplatte) verschlossenen Glas-Cylinder zur Decke dient, in den die Fäden herabhängen, und der, gegenüber den Hollundermark-Kügelchen, zu beiden Seiten derselben mit zwei Stanniolstreifen beklebt ist, von denen jeder, parallel den ruhig hängenden Fäden, etwa bis zur Hälfte derselben am Cylinder hinaufreicht, so daß, kommt es zur Abstoßung der Markkügelchen, diese durch die Stanniolstreifen aus einander gezogen werden. Hatte man dabei die obere vergoldete Spiegelplatte auf ihrer Außenfläche, jedoch nicht ihren Rand, mit Schellack überzogen, so kann man die Wirksamkeit der Vorrichtung dadurch bedeutend erhöhen, daß man diesen oberen Theil derselben in einen sog. Condensator verwandelt. Zu dem Ende umgibt man den vergoldeten Rand der Platte mit einem dünnen vergoldeten Kupfer- oder Messingring, der an irgend einer Stelle mit einem metallenen Häkchen versehen worden, um entweder eine kleine Kette einzuhängen, die mit ihrem unteren Ende mit der Erde in leitende Verbindung gebracht werden kann, oder, um solche Verbindung (statt der Kette) durch Berühren des Häkchens mit einem Finger herzustellen. Zugleich betupft man drei ein möglichst großes Dreieck einschließende Stellen der gefirnißten Fläche mit drei Tropfen Schellackfirniß (oder auch mit feinem Siegellack), damit, legt man die weiter zu beschreibende oberste Platte auf diese obere, zwischen beiden Platten eine Luftschicht bleibt. Man läßt ferner eine Messing-, oder besser: eine vergoldete Kupfer-Platte, die der vergoldeten Spiegelglas-Platte an Größe gleicht, in Mitten einer ihrer Seiten mit einem gläsernen Griff, oder mit einer Seidenband-Schleife versehen (und sie auch überfirnissen), um daran die Platte bequem in die Höhe heben und tragen zu können: ohne dabei ihr selbst mit der Hand nahe zu kommen. Hatte man nun den hinsichtlich seiner Electricität zu prüfenden Körper isolirt (z. B. auf eine trockene Glasplatte) gelegt, trägt dann die zuvor beschriebene, frei bewegbare Metallplatte an ihrem gläsernen Griff oder mittelst ihrer Seidenbandschleife zu dem Körper und läßt diesen mit der ihn berührenden Unterfläche der Platte eine kurze Zeit in Berührung, hebt sie dann mit dieser Unterfläche über die gefirnißte Platte, sie dort auf den drei Schellackpunkten wiederum einige Zeit ruhen lassend, während welcher man mit dem Finger der andern Hand das zuvor erwähnte Häkchen berührte, und wiederholt solche wechselnde Berührung des Körpers und der Firniß-Platte mehrere Male, so verstärkt (oder vermehrt) man dadurch auch jedesmal jene, der Körper-Elektricität gleichnamige, welche man durch diesen Vertheilungs-Vorgang zur Entwickelung brachte. Gesetzt, der Körper theilte der an der Schleife schwebenden Metallplatte + E mit, so wird dieses + E zur Firniß-Fläche der Ringplatte gebracht, um aus dem dieser Platte durch den Finger (oder durch die Kette) zugeführten O E eine ihm entsprechende

Menge — E anziehen und dagegen zu Gunsten der Ringplatte das dieser — E-Menge vorher zugehörige + E frei zu machen; jenes — E wird dann aber dagegen auf einen ihm entsprechenden Theil des ursprünglichen + E der Glasstielplatte bindend wirken, und dasselbe wird auch bei der zweiten, dritten u. s. w. Körper- und Platten-Berührung vor sich gehen und so lange und so oft sich erneuen, bis die Ringplatte soviel — E darbietet, als die Glasstielplatte + E hatte und zwischen beiden daher Gleichgewicht eintritt. Sobald man nun die Glasstielplatte, sie an dem Stiele (also isolirt) ergreifend, schnell senkrecht aufwärts entfernt, so macht man dadurch beide E, also auch das + E des ehemaligen O E, dieses aber schließlich zu Gunsten der Hollundermark-Kügelchen frei, zwischen denen es nun die seiner Stärke entsprechende Abstoßung zu Wege bringt. — Es weicht diese nach der sog. dualistischen Ansicht gefaßte Erklärung der elektrischen Vertheilung von jener der sog. Unitarier, d. i. von der Franklin's ab, wie folgt: das der Glasstielplatte zugeführte + E hebt in der Ringplatte das elektrische Gleichgewicht auf, indem es von der zu diesem Gleichgewicht gehörigen E-Menge, nach entgegengesetzter Richtung, Antheile hinweg (zur unteren Fläche der Ringplatte hin) stößt, ohne jedoch selbst in die dadurch entstandene Elektricitäts-Leere der oberen Ringplatten-Fläche nachzufließen; es zeigt daher diese Fläche — E, während die untere Fläche derselben Platte ihre ursprüngliche, zu ihrem sog. natürlichen Gleichgewicht gehörige E-Menge im entsprechenden Verhältniß vermehrt erhält und im gleichen Maaße positiv elektrisch wird. Uebrigens sind im obigen Falle zwei Isolator-Schichten zwischen Glasstiel- und Ring-Platten zugegen, nämlich Firniß und (trockene) Luft, deren Schichtendicke die Höhe der drei Schellacktröpflein nachweiset. Hinsichtlich des Gesetzmäßigen der sog. elektrischen Vertheilung ist dieses aber gleichgiltig und es würde auch schon die in bemerkter Weise gewonnene Zwischenluftschicht für sich hinreichen, den Vertheilungs-Vorgang möglich zu machen, und ebenso auch eine sehr dünne Glastafel, ein dünnes seidenes Tuch ähnliche Dienste leisten, wie man denn auch letzteres bei größeren Condensatoren (Collectoren) und Duplicatoren (das sind Vorrichtungen, wo zwei der Glasstielplatte entsprechende Condensator-Metallplatten, durch einen Isolator hindurch, ihre, demselben elektrisirten Körper nach einander entzogenen + E- oder — E-Antheile, gegen das O E der einen (der Ringplatte entsprechenden) Gegenplatte zur Wirkung gelangen lassen; gemäß dem Gesetze: jedes auf einem Leiter sich bethätigende E erregt an einem zweiten, von ihm durch einen dünnen Isolator getrennten Leiter das entgegengesetzte E (+ E das — E und — E das + E) und um so mehr, je besser dieser zweite Leiter mit der Erde in leitender Verbindung steht. Dieses gilt von dem Condensator (Collector) wie von dem Duplicator, dem Elektrophor

und der [illegible] Vorrichtungen der Erfindungszeit nach *) vorangegangenen Leydener Flasche. Ein zweites vorzügliches Elektrometer ist das von Volta (1783) erfundene, aus zwei trocknen (am

---

*) Es war am 11. October 1745, als der Domherr v. Kleist zu Cammin in Pommern, jene elektrischen Versuche fortsetzend, welche er während seiner Studienzeit in Leipzig (unter Leitung und als Freund von Winkler) zu seiner Belehrung und aus Lust an dergleichen Zeitverwendungen betrieben hatte, die nach ihm Kleist'sche Flasche genannte Vorrichtung zur Ansammlung von Vertheilungs-Elektricität erfand. Einige Zeit darauf wurde dieselbe zu Leyden von Cuneus, Muschenbroek und Altamond theils nacherfunden, theils, hinsichtlich ihrer Belege und deren Sicherung gegen Luftfeuchte vervollkommt, und erhielt nun die Benennung Leydener Flasche, so wie später die Verbindung mehrerer dergleichen Flaschen (in der Weise, daß alle äußeren metallischen Belege unter sich, und ebenso die innern unter sich leitend verbunden erschienen) die der Kleist'schen oder Leydener, oder, gewöhnlicher, der elektrischen Batterie. Die den Glasrand der Leydener Flasche frei lassenden Metallbezüge (in der Regel bestehend aus am Glase fest geklebtem Stanniol) nannte und nennt man die Belege der Flasche, den äußeren und den inneren als solche bezeichnend. Den oberen freien Glasrand überzieht man, und so überhaupt alles unbedeckte und nicht zur Reibung bestimmte Glas der Elektrisirmaschine, am besten mit Schellack oder mit weingeistigem Copal-Firniß; am besten und dem gewöhnlichen durch Weingeist verflüssigten rothen Siegellack vorzuziehen: weil Schellack wie Copal besser isoliren und weniger Luftfeuchte anziehen (ja sich selbst in sehr dunstiger Zimmerluft nicht mit Dunstbläschen bedecken) als das Siegellack und als irgend ein anderer Vertreter desselben. Man kann auch die messingenen Conductoren und ebenso jenen starken, oben in einer Messing-Hohlkugel endenden Messingdraht, welcher in einer Leydener Flasche (in deren Mitte durch eine durchbohrte und mit Stanniol bekleidete, kreisrunde Pappscheibe, in senkrechter Stellung erhalten) dazu dient, Behufs der Entladung, den inneren Beleg mit dem äußeren zur gehörigen Annäherung zu bringen, mit einer jedoch sehr dünnen Copal-Firniß-Schicht überziehen, unbeschadet ihrer Leitungswirksamkeit, und macht dadurch die sonst erforderliche (gegen nachtheilige atmosphärische Einflüsse schützende) Vergoldung unnöthig. Der mit Alkohol bereitete Copal-Firniß muß vollkommen farblos seyn; denn nur also beschaffen hinterläßt er einen höchst dünnen, harzigen Ueberzug, der nicht nur zu Wasserdunst, sondern auch zu trocknem Staub höchst geringe Anziehung äußert und von letzterem wegen seiner großen Härte leichter befreit werden kann, als (zumal in warmen Zimmern) der Schellack-Ueberzug. Hatte man den Knopf des zum inneren Flaschen-Beleg gehörigen, senkrecht in Mitten der Flasche gestellten Drahts an der oberen Hälfte vergoldet, so kann man diese Stelle unbefirnißt lassen und so Schmelzung und Zersplitterung des Firnisses beim Entladen gänzlich vermeiden. Ebenso hält man es auch mit jenem Häkchen des äußeren Belegs, welches dazu dient, Ketten einzuhängen, den Entlader anzusetzen ꝛc. — Zerlegbar ist die Flasche, wenn man die Belege aus zwei hinreichend großen frei beweglichen Metall-(Zinn-)Platten und den, zwischen beiden erforderlichen Isolator, entweder nur aus einer starken Firnißschicht, mit der die einander zugewendeten Belegseiten überzogen worden, oder zweckmäßiger aus einer festgestellten Glastafel bestehen läßt; im letzteren Fall kann man dann ungehindert nach dem Auseinandernehmen der Belege, deren Innenseiten (und ebenso auch die Außenflächen des Isolators) auf elektrische Beschaffenheit untersuchen. Franklin's Tafel besteht aus einer ebenen auf beiden Seiten mit dünnen Stanniolbelegen dergestalt versehenen Glastafel, daß deren Rand durchgängig gegen 2 Zoll breit unbelegt bleibt. Unbelegte Zwischenräume innerhalb der belegten Stellen (z. B. wenn diese metallene Namenszüge ꝛc. darstellen) gewähren, beim Laden der Tafel

dessen von Agrostis spica venti oder Poa pratensis zu entnehmenden) Gras- oder Strohhalmen, die, dicht neben einander hängend, in zwei Löchlein des unteren Endes eines Kupfer- oder Messing-Drahtes so

---

durch einen der elektrisirten Conductoren der Elektrisirmaschine, strahlende Funkenbildungen und damit im Dunkeln mehr oder weniger bestrahlende sog. „elektrische Illuminationen" (zackige Blitze ꝛc.). Der Elektrophor oder beständige Elektricitätsträger ist eine Vertheilungs-Vorrichtung, deren Ladung nicht wie bei der Leydener Flasche und der Franklin'schen Tafel durch Zuführung schon erregter Elektricität, sondern an ihr selber durch Reiben (Schlagen mit einem Fuchsschweif ꝛc.) bewirkt wird. Gewöhnlich besteht er aus einem, die Form genannten (Schachteldeckel-förmigen), am besten kreisrunden, metallenen (weißblechenen) oder hölzernen, innen und außen mit Stanniol oder sog. Silber- oder dergleichen Gold-Papier überzogenen, 1 bis 2 Fuß im Durchmesser haltenden Behälter, den diesen füllenden, weder zu harten noch zu zähen, aus 11 Gewichtstheilen Schellak, 2 venetianischen Terpentin (den man ersteren beiden, nachdem sie über gelindem Feuer zusammengeschmolzen, beimischt) zusammengesetzten Kuchen, der in die zuvor erwärmte, durchaus trockne Form gegossen wird und den man, um Blasen und ähnliche Ungleichheiten zu vermeiden, entweder sogleich, da die Masse noch flüssig ist, in eine wohlgeheizte Stubenofen- (Kachelofen-) Vertiefung (in eine sog. Ofenröhre) oder in einen dergleichen Kochofen-Raum stellt, um so möglichst allseitig gleichförmige und gleichmäßig sich mindernde Hitze auf den Kuchen einwirken zu lassen, oder man überdeckt ihn, wenn er annoch weich, aber nicht mehr klebend ist, mit Stanniol, den man mit einem Brettchen bedeckt, das man mit Gewichten beschwert; Risse ꝛc. füllt man mit Bernsteinfirniß aus. Auf den Kuchen senkt man an seidenen, an seiner oberen Fläche gefestigten Schnüren den in Absicht auf Durchmesser und Größe dem Kuchen etwas nachstehenden, am besten kupfernen oder hölzernen (oder pappenen) und mit sog. Silberpapier oder Stanniol überklebeten Deckel (oder die Trommel). Peitscht man den Kuchen, oder reibt man ihn mit Katzenfell, während man ihn außen mit dem Finger berührt (oder durch ein Häkchen mit einem zur Erde reichenden Kettchen verbindet), so erhält er — E, das durch den Isolator (den Kuchen) hindurch am Metall der Form: eine ihm selber entsprechende Menge + E vertheilend hervorruft; eine gegenseitige elektrische Ladung, die sich nachweisen läßt, sowohl wenn man die Form isolirt und nun Form-Außenfläche und Kuchen-Oberfläche elektrometrisch untersucht (an sog. Isolatoren, daher am Harz, am Glase ꝛc., verbleibt das erregte E örtlich wegen schlechter Leitung, dort wo es ursprünglich erregt wurde, bis es entzogen wird), oder, deutlicher noch, wenn man den mit dem Deckel belegten Kuchen isolirt; es zeigt dann der Deckel oben — E, unten + E, und hatte man ihn (an den seidenen Schnüren oder an dem diese vertretenden gläsernen Stiel) isolirt abgehoben, so zeigt er weder + noch — E, berührt man ihn aber, während er noch auf dem Kuchen liegt, so verläßt sein + E das durch das — E des Kuchens abgestoßene — E, indem es dem Finger folgt, und der Deckel zeigt nun freies + E, das man ihm mit dem Knöchel in Form eines elektropositiven Funkens entziehen kann. Ueber Weber's Doppelelektrophor s. m. Grundz. II. 352. Alexander Volta, geboren zu Como 1745 („in dem Jahre der Erfindung der Kleist'schen Flasche", starb 1826), erfand nahe gleichzeitig mit Wilke, ersterer im Jahr 1775 den Elektrophor und 1782 den Condensator. — Lichtenberg (geb. zu Ober-Rannstädt 1744, starb zu Göttingen 1799) sah die nach ihm benannten, weiter oben erwähnten elektrischen Figuren im Jahr 1780 und setzte in demselben Jahre auch das größte bekannt gewordene Elektrophor zusammen. Canton war zu Strout in Gloucestershire 1718 geboren, starb 1772; Muschenbroek zu Ley-

befestigt sind, daß dieses ihrer Beweglichkeit nicht zum Hinderniß gereicht; das obere Ende des Drahts endet entweder in einen metallenen Knopf, oder in einen dergleichen Deckel eines Glascylinders und ähnelt in dieser Hinsicht überhaupt dem Canton'schen. Gleiches gilt 3) von Bennet's aus zwei neben einander hängenden schmalen Blattgold-Streifen zusammengesetztem Elektrometer, während 4) das Saussure'sche statt der Grashalme zwei Silber- oder Silbertressen-Fäden darbietet und 5) das Hauy'sche einen kleinen messingenen (besser vergoldeten), an jedem Ende mit einem dergleichen Knöpfchen versehenen geraden, nadelförmigen Conductor darstellt, der in seiner Mitte von einem Achathütchen zum Theil durchbrochen ist, das, auf einem senkrechten Stahlstifte frei beweglich ruhend, ihn als einen, in seinem Schwerpunkte unterstützten doppelt- und gleich-armigen Hebel sich bethätigen macht. Empfindlicher jedoch ist 6) das Drehwagen-Elektrometer, dem der Verfasser dieses Handbuchs im Jahre 1821 nachfolgende Einrichtung gab. Ein kleiner, ringsum von einem erhabenen, 1 bis 2 Linien hohen Rande eingefaßter, hölzerner Tisch, dessen Holz zuvor vollständigst (im Backofen) ausgetrocknet und dann, nach der Fertigung und vorangegangener starker Erwärmung, mit Schellackfirniß getränkt und hierauf polirend abgerieben worden war, und der auf drei 1 Zoll hohen, zwischen sich ein möglichst großes Dreieck einschließenden Stellschraubenfüßchen ruhet und demnach auf jede Unterlage wagerecht gestellt werden kann, ist von einer niederen, unten kreisrunden Glasplatte bedeckt, welche nicht darauf befestigt, sondern nur lose aufgesetzt, mit ihrem unteren Rande die Innenfläche des Tischrandes berührend und durch diese gegen jede Verschiebung gesichert, in der Höhe von 2 Zoll ein rundes Seitenloch darbietet, in das eine zolllange Glasröhre eingekittet worden, die dazu bestimmt ist, einen kleinen messingenen Conductor zu tragen, der, aus einem starken, mittelst Schellack in der Röhre befestigten geraden, die Röhre an Länge um einige Linien übertreffenden Messingdraht bestehend, an dem äußeren Ende mit einem angelötheten Messingknopf, am innern mit einer angeschraubten kleinen Messingkugel versehen worden. In derselben innern Luftschicht, welche dieses an seinem wagerecht ruhenden Drahte befestigte Kügelchen berührt, schwebt wagerecht ein aus einem starken, durch seine eigene Last ungebogenen Glasfaden bestehender doppelt- und gleich-armiger Hebel, dessen eines Ende durch ein kleines braunes Glasknöpfchen betastet ist, während das entgegengesetzte Ende statt dessen eine kleine senkrechte Messingscheibe darbietet (und ein einfacher Seiden- oder Spinnen-Faden

den 1682, starb daselbst 1761; Coulomb zu Angouleme 1736, starb 1806. Die Drehwage erfand er 1777; Bennet sein weiter oben erwähntes Blattgold-Elektrometer 1787; Berzelius wurde geboren zu Linköping in Ostgothland 1779.

seinen Schwerpunkt unterstützt und trägt), dessen entgegengesetztes oberes Ende mit einem kleinen hölzernen, in einer passenden Oeffnung der obersten Glockenwölbung frei um seine Axe beweglichen Zapfen und dadurch mit einem Zeiger verbunden ist, der, mittelst des Zapfens in Kreisbewegung versetzbar, zu einer festen kleinen kreisrunden Scheibe gehört, welche die gewöhnliche Kreis-Eintheilung von 360 Grad zeigt. Dieselbe, einem größeren, den mittleren Querdurchmesser des untern Glockentheils zum Durchmesser habenden Kreise gehörige Eintheilung findet sich in der Glocke, in der Höhe des wagrecht schwebenden Glasfaden-Hebels, und setzt hier in den Stand: die jedesmalige Entfernung des Messingschildchens von dem Conductor-Kügelchen genau bestimmen zu können, während die obere Zapfen-Vorrichtung dazu dient, dieser Glasnadel jede verlangte Stellungs-Abänderung zu ertheilen. Um von diesem Elektrometer Gebrauch zu machen, nähert man den, seiner Elektricität nach zu prüfenden, auf isolirender Unterlage herbeigebrachten Körper dem äußern Messingknopf des Conductors (den man auch durch einen kurzen und breiten kleinen Messingstreifen ersetzen kann); je stärker die Elektrisirung des Körpers war, um so größer ist die Ferne, aus welcher das Messingschildchen zu dem in dem innern Glockenraume befindlichen Conductor-Kügelchen hin gezogen wird und um so größer auch die, durch erneuerte Einwirkung des (z. B. auf's Neue geriebenen) Körpers bewirkte, der Anziehung folgende Abstoßung. Für stärkere Elektrisirungen, z. B. für die eines geladenen Conductors der Elektrisirmaschine, für jene einer Leydener Flasche oder einer Batterie sind vorzugsweise geeignet 7) Henley's Quadranten-Elektrometer und zum Theil auch 8) dessen allgemeiner Auslader, sowie 9) Lane's Meßflasche.*) Ersteres (Nr. 7) besteht aus einem in Grade eingetheilten elfenbeinernen Viertels- oder Halb-Kreis, der an einem runden metallenen Stäbchen befestigt worden und um dessen Mittelpunkt sich ein leicht beweglicher, an seinem äußersten Ende in einer kleinen Hollundermark-Kugel ausgehender Zeiger zu drehen vermag, dessen Kügelchen sich von dem Elektrometerfuß um so weiter entfernt, je mehr abstoßend die zu prüfende Elektricität auf denselben einwirkt. Zeigt es den höchsten Spannungsgrad, so ist die damit leitend verbundene Flasche vollkommen geladen, so daß sie nun weiter kein E mehr aufzunehmen vermag. Der allgemeine Auslader besteht aus zwei wagrecht gegen einander gerichteten, gewöhnlich von Glasröhren getragenen starken Messingdrähten, von denen jeder an seinem äußern Ende in eine Messingkugel ausläuft, während der eine am innern Ende ebenfalls eine dergleichen Kugel darbietet, der andere dagegen dieser letztern Kugel

*) Nicht Maaßflasche, denn diese Benennung ertheilt man einer Flasche, welche ein Maaß (Quart) Flüssigkeit faßt, nicht jener, mit welcher man (in obigem Falle die Stärke der Elektricität) mißt.

gegenüber in eine Spitze ausläuft. Beide Innen-Enden sind verschiebbar und können dadurch um bestimmte Längentheile einander genähert oder von einander entfernt werden, wie denn auch die ganze Länge der Vorrichtung (oder vielmehr des Fußgestelles derselben) zweckmäßig nach gleichem Maaßstabe in kleine Längentheile (Zolle, Linien, Millimeter ꝛc.) abgetheilt erscheint. Verbindet man z. B. die äußere Kugel des einen Drahtes mit dem äußern Beleg einer geladenen Leydener Flasche und setzt dann die Kugel des andern Drahts, mittelst des gewöhnlichen Entladers oder Ausladers,*) mit dem innern Beleg in leitende Verbindung, so mißt der zwischen beiden inneren Drahtenden befindliche Abstands-Längenraum, Falls die Entladung erfolgte, die **Schlagweite** (und damit die Entladungsfunken-Länge) der Flasche oder der Batterie. Außerdem kann zwischen beiden einander zugewendeten inneren Drahtenden ein Tischchen, zum Auflegen von Gegenständen hergerichtet, oder eine Vorrichtung zum Halten eines Eies, zweier länglicher Glasplatten mit zwischengelegten Metallstreifen (Blattgold, Stanniol ꝛc.)**) oder dergleichen mit Gypsplatten und zwischengelegten Graphit-, Goldstift-, Silberstift- ꝛc. Zeichnungen mittelst Schrauben festigend so gerichtet werden, daß die Entladung einer Flasche ꝛc. durch das Ei, oder zwischen den Platten ꝛc. hindurch statt hat. **Lane** zufolge steht die **Schlagweite** einer Leydener Flasche im **geraden Verhältniß** der **Dichte** ihrer Ladungs-Elektricität. **Lane** verband den von der Mitte des innern Belegs der Leydener Flasche ausgehenden senkrechten Draht unterhalb seines Knopfes (ohnfern des Flaschenrandes) mit einer starken, gekrümmten Glasröhre, festigte an deren oberes Ende eine zweite, kürzere, auf dasselbe wagrecht liegende Glasröhre, durch welche (ähnlich wie bei **Henley's** allg. Auslader) ein an jedem Ende mit einem Knöpfchen versehener gerader Messingdraht gesteckt und innerhalb derselben hin und her geschoben werden konnte; wobei jedoch sein dem Flaschen-Draht-Knopfe zugewendetes Knöpfchen mit diesem Knopfe in derselben wagrechten Luftschicht verblieb. **Lane** versah dann den vom Flaschen-Draht-Knopfe abgewendeten Theil dieses Röhrchen-Drahtes, zwischen der Glasröhre und seinem Knöpfchen, mit einer Metallkette, welche

*) Eine scherenförmige, mit einem Charnier und zwei Glasgriffen versehene messingdrahtene Vorrichtung, die öfters aber auch nur mit einem Glasgriffe versehen ist; beide Drähte enden in Hohl-Kugeln, die man zweckmäßig so einrichtet, daß man sie abschrauben und dadurch die feinen Drahtspitzen entblößen kann, z. B. wenn es gilt, elektrische Funken in Form dünnster Ströme den Augen eines auf dem Isolirstuhl sitzenden Menschen zu entziehen.

) In solcher Weise übertrug man sonst sehr feine **Metallstift-Zeichnungen auf **Gypsplatten**, und leicht dürfte sich dieses Verfahren in Beziehung auf Uebertragung solcher Zeichnungen auf Bisquit (unglasurtes Porzellan) und selbst auf glasirtes, dann auf ächtes Glas-Papier (S. 1308) ꝛc. in Anwendung bringen und so ein neuer Kunstzweig der Physik abgewinnen lassen; vergl. S. 1665.

mit dem äußern Beleg der Flasche mittelst des nahe dem Flaschenboden befindlichen Häkchens zuvor verbunden worden war, und stellte so eine dem H'schen allgemeinen Auslader ähnliche Vorrichtung dar, die in den Stand setzte, mit Näherung oder Fernung des Drahtes zum Flaschen-Draht-Knopf, die Schlagweite der zur Entladung gelangenden Flasche genau zu messen.

β) Alle jene Elektrometer, welche zu Messungen schwacher Elektrisirungen (oder sog. kleiner Elektricitäts-Mengen) bestimmt sind, sie lassen, wenn sie sich wirksam zeigen, darüber in Ungewißheit: von welcher Elektricität, ob von + E oder — E es sich dabei handle? Und um darüber Auskunft zu erhalten, bleibt nichts weiter übrig, als dem elektrometrischen Versuch sogleich einen zweiten mit einem, hinsichtlich seiner Reibungs-Elektricität, bekannten Körper folgen zu lassen, indem man denselben, gerieben, denen in Abstoßung begriffenen Körperchen (z. B. dergleichen Blattgoldstreifen, Hollundermark-Kügelchen ꝛc.) nähert; werden dann z. B. solche in Abstoßung begriffene Körperchen von: durch Reiben gegen Wolle elektrisirtem feinen Siegellack (oder Schwefel) angezogen, so erfährt man dadurch, daß sie positiv elektrisch waren; weil Siegellack wie Schwefel durch Reiben gegen Wolle (gegen Wollentuch) — E erhalten. Indessen bedarf es eines zweiten Versuchs der Art nicht, wenn man sich des Behrens'schen, durch v. Bohnenberger verbesserten Elektrometers bedient, das einer Seits aus einem Condensator besteht, der die einem elektrisirten Körper, mittelst Berührung, zu Gunsten eines senkrecht zwischen zwei ebenfalls senkrechten Zambonischen Säulen (s. w. u.) schwebenden, weder oben noch unten mit den Säulen leitend verbundenen Blattgoldstreifens entzogene Elektricität in der zuvor beschriebenen Weise verstärkt, anderer Seits aus diesen, am zweckmäßigsten mit ihren oberen Gegenpolen mittelst Ableitung mit der Erde und dadurch zu einer trockenen Säule verbundenen und hier befestigten Säulen besteht, deren unten frei herabragende Gegenpole, der eine mit + E, der andere mit — E geladen und solcher Ladung entsprechend, am obern Ende gezeichnet erscheinen, so daß dann, war dem Blattgoldstreifen z. B. + E ertheilt worden, dieser nun von dem — E der Säule angezogen, zugleich aber in der Richtung dieser Anziehung vom + E-Pol abgestoßen und mithin auch von dieser Seite her in seiner elektrischen Bewegung gefördert wird. Das Ganze wird zur Zeit des Nichtgebrauchs mit einer Glasglocke überdeckt; vergleiche Gilbert's Ann. XXIII. 24.

γ) Die zuvor erwähnten Glas- und Metall-Vergoldungen bewirkt man am einfachsten folgendermaaßen. Man überzieht das Glas mit durch Wasser stark verdünntem Eiweiß, oder einer ebenso verdünnten Lösung von Fischleim in Branntwein, indem man es mit einem in eine oder die andere dieser Lösungen getauchten Schwamm oder Leintüchlein so überfährt, daß die ganze zu vergoldende Fläche feucht, aber nicht naß wird

(für kleine Glasflächen reicht Mundfeuchte hin, selbst bloßes Anhauchen derselben) und legt sie dann auf Blattgold, das man zuvor auf einem Bogen Papier so verbreitet hatte, daß je zwei Goldblättchen am Rande sich auf eine sehr kurze Strecke überdecken, drückt sie gegen das Gold fest an, hebt sie dann in die Höhe, läßt sie an der Luft trocken werden und reibt sie mit ungesponnener reiner Baumwolle ab. Sollte eine Stelle Gold-frei geblieben sein, so feuchtet man (oder behaucht man) sie und verfährt wie zuvor; Gold haftet nicht am befeuchteten Golde, wohl aber und so stark an Glas, daß es, mit Baumwolle abgerieben, innigst anliegend, höchst glänzend erscheint. *) Auf ähnliche Weise kann man auch mit

*) Noch dauerhafter, aber nicht bei jeder Glasform gut anwendbar, vergoldet oder verplatint man das Glas mechanisch, wenn man es zunächst stark erhitzt, sofort mit Blattmetall sorgfältig belegt, dieses möglichst stark gegenpreßt und dann stark erhitzt, oder, wie man zu sagen pflegt, einbrennt. Man kann das Glas auch mit Schellack dünn überziehen und dann Blattmetall gegendrücken, aber Vergoldungen der Art bleiben matt, während die in obiger Weise mittelst Leim ꝛc. mechanisch bewirkten, gehörig gerieben, höchst glänzend erscheinen und daher auch Glanz-Vergoldungen genannt werden. Was übrigens bei dieser für Glas gilt, ist auch auf Metall, Gyps, Thon, Holz, Leder, glatte Pappe, Papier ꝛc. anwendbar; z. B. auch auf mit Papier bekleidete pappene Leydener Flaschen, deren Pappe man vor der Papier-Bekleidung mit Schellack-Firniß getränkt, dann mittelst solchen Firnisses mit Papier überzogen und endlich dieses selbst ebenfalls in gleicher Weise überfirnißt und hierauf, jenem Theile nach, welcher leiten soll, mit Stanniol oder Blattgold belegt hatte. — Porzellan vergoldet man dagegen nicht mit Blattgold, sondern mit metallisch (durch $FeOSO_3$ aus Goldchlorid-Lösung) gefälltem, wohl ausgewaschenem und getrockneten, sog. ächtem Malergold (S. 405), das man mit Speck oder Terpentinöl angerieben und in solcher physischen Verbindung auf den zu vergoldenden Stellen gleichmäßigst verbreitet hatte, dann aber unter der Muffel einbrennt und nachgehends polirt. — Nach Liebig reicht zu einer Auflösung eines Ducatens in Goldscheidewasser und daraus gewonnenem krystallinischem Goldchlorid eine Unze Kalin-Cyanid (S. 958) hin. Die Auflösung darf aber Behufs galvanischer Vergoldung nicht schwächer werden, was man dadurch verhütet, daß man den + E-Pol der Kette mit einem Goldplättchen verbindet, das in die Goldauflösung hinabgelassen wird; es ersetzt sich dann jenes Gold durch fortschreitendes Auflösen wieder, was an dem zu vergoldenden, mit dem negativen Pol durch einen Platindraht verbundenen Gegenstand sich abgesetzt hatte. Wird dabei letzterer von Minute zu Minute herausgenommen und jedesmal durch Reiben mit Weinstein gesäubert, so gewinnt dadurch die Vergoldung in solchem Maße an Festigkeit, daß sie der sog. Feuer-Vergoldung fast gleichkommt. War das zu vergoldende Gefäß ein eisernes, oder bleiernes, oder zinnernes ꝛc., so muß man es erst (letzteres galvanisch) verkupfern, was am einfachsten durch Kupferauflösung (in Wasser gelösten Kupfervitriol) unter Zusatz von etwas Glaubersalz oder Kochsalz geschieht, d. h. durch Salze, welche die Mitfällung von Eisenoxyd oder von dessen Hydrat verhindern. Will man zu dergleichen Fällungen die zu fällenden Metalle (Au, Pt, Ag, Cu etc.) nicht geradezu in Kalin-Cyanid-Lösung auflösen (S. 957), so bildet man dergleichen Auflösungen mittelst Wechselzersetzungen (z. B. auf 1 Gewichtstheil Silberchlorid 6 in 100 Wasser gelöster Kali-Cyanid; 1 in 12 Wasser gelöster Kupfervitriol + 2 in 16 Wasser gelöstes K.-Cy.); indessen läßt sich Platin auch ohne Kalin-Cyanid nach Fehling lediglich aus in Wasser gelöstem Platinsalmiak in bemerkter Weise galvanisch und Gold ꝛc. schon dadurch

Blatt-Platin oder Blatt-Silber verfahren. Letzteres eignet sich aber nicht zu Ueberzügen für Elektricitäts-Geräthe, weil es durch in der Luft zeitweilig verbreitetes Hydrothion-Gas Schwefel-bindend anläuft und seine gute Leitung mehr oder weniger einbüßt. Ueber Döbereiner's Glas-Verplattirung vergl. S. 1430 Anm. Zur Metall-Vergoldung bedient man sich, wo der zu vergoldende Gegenstand es gestattet, entweder des galvanoplastischen Verfahrens,*) oder der kalten Vergoldung mittelst sog. Goldzunder (S. 1317). Man wendet zu letzterer am zweckmäßigsten die heiße wässrige Lösung des krystallinischen Goldchlorid an und reibt den Zunder am besten mittelst Kork in die zuvor vollkommen gereinigte Metallfläche ein, den man vorher mit wässriger Kochsalz-Lösung getränkt hatte; nachdem die Fläche also vergoldet worden, polirt man sie. Dauerhafter als diese Vergoldungen sind indessen die sog. rein chemischen trocknen oder nassen**) Weges bewirkten, von denen die letzteren jedoch ebenfalls

ausfällend zur Bekleidung anderer Metalle bringen, daß man (Frankenheim zufolge) der Goldchlorid-Lösung Kochsalz zusetzt, das flüssige Gemisch erhitzt und das zu vergoldende Metall hineinsenkt. Vergl. auch oben S. 1261. Es bildet sich übrigens goldchoridsaures Natrinchlorid in langen, goldfarbenen, vierseitigen, luftbeständigen Prismen, darstellend das von allen Goldsalzen am meisten beständige, wenn man eine Auflösung von 4 Gewichtstheilen Gold in Königswasser mittelst Abdampfung eintrocknet und den trocknen Rückstand mit 1 Theil Kochsalz versetzt, in Wasser löst und wiederum (zur Krystallisation) abdunstet.

*) Vergl. oben S. 870, 910—911, 957 und 1312.

**) Erstere heißt auch die heiße oder Feuer-Vergoldung, letztere die nasse; beide erfordern: daß die zu vergoldenden Metallflächen zuvor auf's Vollkommenste gereinigt werden, erstere aber (Silberflächen ausgenommen), daß man die zu vergoldenden Kupfer-, Tombak-, Similor-, Bronce- oder Messing-Flächen zuvörderst mit verdünnter Azotsäure überstreicht und dann in sog. Quickwasser (d. i. in einer verdünnten Auflösung des Mercur in Azotsäure) taucht, damit sich die Metallfläche (Mercur metallisch fällend) mit Amalgam dünn überzieht. Bei der Vergoldung des Silbers ist solche Amalgamirung nicht nöthig, da Goldamalgam außerdem auf Silber leicht und fest haftet, und außerdem solchen Weges auch nicht möglich, da die azotsaure Mercurauflösung vom Silber nicht zersetzt wird. Hat man nun das Metall mit Goldamalgam gleichförmig bedeckt, so bedarf es nur noch mäßiger Erhitzung über Kohlenfeuer (unter der Esse) oder in Tubulatretorten-förmigen, feuerfesten Thongefäßen, um das Mercur zu verflüchtigen und das Gold, dem Metalle anhaftend, zurück zu behalten, um hierauf das also mit Gold überzogene Metall mit Glühwachs (d. i. Wachs + fein zertheilten armenischen Botus, Grünspan und Alaun) zu überstreichen, bis zu dessen Verbrennung zu erhitzen, es dann im Wasser abzulöschen und mit heißer Weinstein-Lösung zu bürsten und zu poliren. Soll die Vergoldung ungewöhnliche Dicke erreichen, so muß man das beschriebene Verfahren bis zu dem Zeitpunkt, da die Bestreichung mit Glühwachs daran kommt, zum Oefteren wiederholen. Silber, das in beschriebener Weise vergoldet worden, führt im Handel die französische Benennung Vermeil. — Die sonst gewöhnlichste nasse Vergoldung des Silbers ist die sog. Griechische. Man bereitet zuvörderst sogenanntes Alembrothsalz, d. i. mercurchloridsaures Ammonchlorid, das man trocknen

zugleich galvanisch bedingt sind, indem sich bei ihnen galvanische Ketten aus einem festen und zwei wässrig flüssigen Leitern bilden und bethätigen. — Strauß sah 30 Gran (Irid-haltigen) Platinschwamm, gewonnen aus roher amerikanischer, sog. weißer Platina (die 4,166 Quarz hinterließ, als 240 Gran derselben wiederholt durch Sieden mit Königswasser aufgelöst worden waren), der unter dem Polirstahl schönen Metallglanz annahm, sich mittelst Erwärmen und Verreiben nach und noch mit 210 Mercur zu einem geschmeidigen Amalgam verbinden ließ, das die feinsten Eindrücke annahm und, auf eine reine Kupferplatte getragen, sich auf derselben so vollständig verbreitete, daß es, hierauf ausgeglühet, durchgängig von Platin bedeckt erschien. Als man dann auf diesem Pt-Ueberzug einen Brei verbreitete, der durch verreibendes Mengen von Platinamalgam mit Kreide und Wasser gebildet worden und nach dem Trocknen eine zweite Glühung folgen ließ,

---

wie nassen Weges gewinnen kann, wenn man gleiche Theile Salmiak und Aetzsublimat (Mr Ch) entweder der Sublimation oder der gemeinschaftlichen Lösung in Wasser unterwirft; es ist löslicher als Mr Ch und weder durch Lösen noch durch trockenes Erhitzen in seine genannten näheren Bestandtheile zu zersetzen. Man löset es in sog. Scheidewasser (mäßig verdünnter Azotsäure) auf, wodurch es in eine Art Goldscheide- oder Königswasser übergeht, das man dann mit Gold sättigt und nun zur dicklichen Masse abdunstet, um das zu vergoldende Silber in dieselbe einzutauchen; die Vergoldung erfolgt, ohne daß sich dabei Ag zu Silberchlorid umbildete, was durch das Mr verhindert wird. Verschieden von dieser Vergoldung ist jene, welche schon Stahl kannte, und die auch zur Vergoldung vollkommen hinreicht, wenn sie diese Gegenstände betrifft, die nicht irgend einer Reibung unterworfen werden. Man vermischt nämlich eine gesättigte Goldauflösung entweder mit Aether oder Rosmarinöl, Spiköl, Terpentinöl rc., oder mit Alkohol (was Stahl that) und wartet ab, bis diese Flüssigkeiten das Gold aufgenommen haben; da sie dann dunkel goldgelb erscheinen, während sich unter ihnen eine saure, farblose Flüssigkeit befindet. Man hebt die erstere von letzterer ab und taucht darin oder übergießt damit die zu vergoldende Metallfläche; der Aether rc. verdampft, während das Gold, metallisch gefällt, der Metallfläche verbleibt. Man spühlt es vorsichtig mit reinem Wasser ab, trocknet und polirt es. Kupfer und ebenso zuvor verkupfertes Eisen oder dergleichen Blei (die man, wie zuvor bemerkt, durch Kupfervitriol unter Zusatz von Glaubersalz oder Kochsalz mit an ihnen gefälltem Kupfer überzog) rc. lassen sich in dieser Weise ziemlich haltbar vergolden. Außerdem pflegt man auch wohl mittelst Amalgambildung Kupfer, Messing rc. zu vergolden, indem man die Metalle mit einer Flüssigkeit näßt, welche aus 4 Gewichtstheilen Schwefelsäure, $1^1/_2$ Alaun, $^3/_4$ Kupfervitriol, 1 Zinkvitriol, 10 Essig und 100 Wasser besteht, der man aber noch $^1/_2$ Mercur zugegossen hatte, dann mittelst eines wollenen Lappens damit so lange reibt, bis es von einer dünnen Lage Amalgam überzogen scheint, da es dann mit Goldamalgam bedeckt und, wie zuvor bemerkt, erhitzt rc. wird. Reines (blankes) Kupfer bedarf nur der Eintauchung in eine wässrige Lösung von azotsaurem Mercuroxydul, darauf folgender Trocknung an der Luft, Abwaschung, Wiedertrocknung und Abreibung mit lockerer, ungesponnener Baumwolle, um lebhaft weißglänzend amalgamirt zu erscheinen und an anderen Amalgamen (Gold-, Platin- rc. Amalgam) fest zu hangen.

erschien der Ueberzug nach wiederholter Abreibung lebhaft metallisch glänzend. *)

δ) Aehnlich wie Reibung: Elektrisirung bewirkt, so, wie es scheint, auch die (wie jene: gegen die Cohäsion gerichtete, sie verhältlich wältigende, zugleich aber auch aufregende) ungleiche Erschütterung. Oersted, beachtend, daß der Staub in den Klangfiguren an deren Stellen (also an denen der zusammenhängenden Schwingungsknoten, S. 1646) ungewöhnlich fest hängt, vermuthete, daß diese Stellen beim Erklingen der Scheibe elektronegativ werden, während die der Schwingungsbogen elektropositiv erscheinen, und der Verf. dieses Handb. folgerte Aehnliches, als er auf einer klingenden, mit wässriger Lösung des sog. blausauren Ammoniak (A H 4 Ky.) bedeckten Scheibe in der Gegend der (durch Streichen mit dem Geigenbogen) erzeugten Wellengruppen auffallend lebhafteren Ammoniak-Geruch und Grünung des Rosenpapiers bemerkte, als an den seitlich entfernteren wellenlosen Stellen; vergl. Gehlen's Journ. VIII. 241 u. 248, sowie auch m. Einleit. in d. n. Chem. S. 105 und m. Grundr. d. Experimentalphys. 2te Aufl. II. 377 u. 383 ff. Ueber Verstärkung der Wirksamkeit hydroelektrischer Elektricitäts-Erregung durch mechanische Erschütterung s. w. u. — Daß die durch den Donner bewirkte Luft- und Erderschütterung nicht nur als Erzeuger des Berührungs-Wechsels der Erdboden-Gegenflächen und der Wurzeln, sowie der Blätter und der Luft (in letzterer Hinsicht also dem Winde ähnlich), sondern zugleich durch „Elektricitäts-Erregung" auf den Pflanzensaft für das Wachsthum der Pflanzen vortheilhaft wirkte, ist wahrscheinlich **) ebenso, daß beim Bilden des Hagels

---

*) Reibt man das Platinamalgam (= 1 Pt + 7 Mr) so lange mit Wasser ab, bis sich kein grauer Staub mehr absondert und fügt dann zu 1 Gewichtstheil desselben noch 6 Mr, so scheidet sich, gleichviel, ob man es anwärmte oder kalt ließ, St. zufolge alles Pt wieder aus; eine Scheidung, die unter andern an jene des Goldes durch die Quart erinnert. Vergl. Trommsdorff's Journ. d. Pharmac. XI. 18 u. ff.

**) Gleichnamige Elektrisirung mindert die Cohäsion der Tropfbaren, erhöhet damit ihre Beweglichkeit und Fließlichkeit derselben, wie wenig Wasser deutlich darthut, das man durch einen elektrisirten engen Glastrichter gleiten läßt; statt wie aus demselben, aber nicht elektrisirten Trichter allmälig heraus zu tröpfeln, schießt es, scheinbar vermehrt, wie ein Stral heraus, obgleich in beiden Versuchen die Wassermenge dieselbe ist. Der durch den Donner erschütterte Regen (und die erschütterte Wurzelfeuchtigkeit) erhält dabei + E, die von ihm durchfallene Luft — E; ein sog. elektrisches Bad wirkt auf lebende Pflanzen Leben-fördernd, Entladungsschläge zerstören hingegen sofort, in sog. sehr empfindlichen Gewächsen die Lebensfrische; Hufeland's Versuche über Hedysarum gyrans sind in dieser Hinsicht sehr lehrreich. Der vollständigst elektrisirte erste oder zweite Conductor leuchtet nicht; nur die Entladungs-Erschütterung erzeugt Funkenlicht. Wie sich eine isolirt elektrische Metallplatte im Dunkeln verhält, wenn sie in Schallschwingung versetzt wird — steht zu versuchen. Folgende Stelle aus Newton's Optice (s. de reflexionibus etc. lucis Libri III. Lat.

solche Erschütterung als Erstarrungs-Förderer in ähnlicher Weise sich wirksam bezeugt, wie ruhiges unter 0°C erkaltetes Wasser durch leisestes Erschüttern plötzlich vereiset, verschiedene Salzlösungen plötzlich krystallisiren rc., ist nicht unwahrscheinlich; vergl. oben S. 784. Erschütterung macht unmagnetisches Eisen magnetisch, mindert jedoch auch die Wirksamkeit schon bestehender Magnete; ob (und um wie viel) länger andauernde, als bis zu gänzlicher Beruhigung aller Theilchen? ist noch genauer zu bestimmen. Es ist denkbar, daß Erschütterungen die Längenrichtungen jener Theilchen verändern, deren polarische — vielleicht den Longitudinal-Schwingungen ähnelnde — Bewegungen den Magnetismus zur Folge haben, und so Stellungen dieser Theilchen hervorgehen machen, die denen gleichen, durch welche isolirendes Eisen die Fernewirkung des magnetischen beschränkt. *)

e) Unterwirft man über einander geschichtete dünne Blättchen Glas oder Glimmer, oder Kalkspath rc. starkem Zusammendruck, so erscheinen sie ebenfalls merklich und zum Theil sehr lebhaft elektrisirt; Aehnliches gilt vom Stoß. Da in beiden Fällen zugleich Wärme erzeugt wird, und es sämmtlich sog. Isolatoren oder schlechte Leiter sind, welche solcher Wege elektrisirt werden, so ist es nicht unwahrscheinlich, daß die Wärme hiebei, als Elektricitäts-Erreger, nicht unthätig ist. Daß sie es mittelbar in sofern ist, als Zustandswechsel von Elektrisirungen

---

redd. Clarke. Laus. et Genevae, 1740. qu. VIII. p. 272) ist auch in dieser Hinsicht beachtenswerth; An non corpora omnia fixa, quam sint ultra certum gradum calefacta, emittunt lumen et splendent? Eaque luminis emissio per motus vibrantes partium suarum efficitur? Auch Bacon und Descartes nahmen an, daß das Verbrennungslicht Folge eingetretener Erschütterungen sei; Erschütterungen sind aber überall, wo sie und wie sie auch hervorgehen mögen: wellenförmige Bewegungen, auch selbst jene, welche nur Zerstiebung im Gefolge haben; wie vergleichen z. B. van Marum wahrnahm, als er eine elektrische Batterie von 225 Geviertfuß Beleg mittelst Zinnstreifen, Kupfer- und statt dessen Eisendrähten entlud; auf's heftigste erglüht, wurde hiebei das Zinn in Kügelchen zerstiebt, die, gegen 30 Fuß weit geschleudert, auf Papier gelbliche, auf Glas und Zinn graue Spuren hinterlassend, 6 bis 8 Secunden hindurch auf und nieder wogten und van Marum's Meinung nach: aus zuvor geschmolzenem Zinn entstanden waren, das, wie (unter ähnlichen Bedingungen) Mercur in kleinste Kügelchen zerworfen wurde. Vergl. Martinus van Marum's Beschreibung einer ungemein großen Elektrisirmaschine und damit im Teyler'schen Museum in Harlem angestellter Versuche. Aus dem Holländ. übers. Leipzig, 1786. 4. Erste Fortf. L. 1788. 4. Eine zweite Fortf. erschien in holländ. u. französ. Sprache (blieb aber unverdeutscht) 1795.

*) Vergl. oben S. 1696. Hält man ein Eisenblech so gegen einen magnetischen Stab, daß dessen Axe auf die Ebene des Bleches senkrecht, so isolirt das Blech, während es leitet (Magnetismus fortpflanzt), wenn jene Axe in der erweiterten Ebene des Bleches liegt. Im ersteren Falle bietet das Blech dem Pole des Stabes angeblich nur dar: sog. Indifferenzpunkte (s. w. u.). Diese setzen aber auch Gegen-Pole voraus.

begleitet erscheinen, wurde schon S. 134 u. ff. bemerkt. Eigentlich thermoelektrisch zeigt sich der Turmalin (S. 326 ff. 843), im geringeren Grade auch der brasilianische Topas, kryst. Galmey, Smaragd, Mesotype, Phrenit, Boracit &c. Der Turmalin bildet in diesem Zustande einen Thermo-Elektromagnet; indem er beide E, örtlich getrennt durch einen mittleren, weder + noch — E darbietenden (größeren) Theil, in den Endgegenden seines Krystalles (welche man die Pole desselben nennen kann), an einem Längen-Ende + E, am andern — E darbietet, *) hiedurch einem dritten, isolirten, zwischen dem + E habenden ersten und dem — E elektrisirten zweiten gestellten Conductor der Elektrisirmaschine ähnlich, und, vermöchte man ihm eine entsprechend empfindliche, frei schwebende Magnetnadel zu entgegnen, auf diese wahrscheinlich ähnlich wirken würde, wie eine sehr schwache zweite Magnetnadel der Art, und wie eine diese in solcher Hinsicht vertretende geladene Leydener Flasche die, Restmann's (bereits im Jahr 1828 veröffentlichten), **) durch Faraday's hieher gehörige Wahrnehmungen bestätigten Versuchen zufolge mit ihrem — E-Beleg den Südpol, mit ihrem + E-Beleg den Nordpol der Magnetnadel anzieht, während dieser von jenem Belege, der Südpol aber vom + E-Beleg, entsprechend dem S. 273 erwähnten Gesetze abgestoßen wird. In Anwärmungen begriffen, bietet das eine Ende des Turmalin + E, das entgegengesetzte — E dar; der Abkühlung unterworfen, während er seitlicher Berührung unterliegt, erleidet er Umkehrung beider E-Werthe; wo zuvor + E sich zeigte, ist nun — E und umgekehrt; seitlich vollkommen isolirt, behält er beim Abkühlen seine Polwerthe bei, bis sie nach und nach gänzlich verschwinden. Erwärmt man den einen Pol, indessen man den andern abkühlt, so kann es kommen, daß beide Krystall-Enden gleichnamig elektrisirt erscheinen. Befand sich der Krystall bei diesen und ähnlichen Versuchen nicht frei schwebend, sondern lag er dabei auf einem anderen Isolator, so zeigt dieser an denen den Polen des Krystalles entsprechenden Gegenstellen, die denen E der Pole entgegengesetzten E-Werthe. Berührte der Krystall hiebei verschieden geartete und daher ungleich leitende, schlechte Leiter, so tritt für ihn die Möglichkeit ein, annoch während der Anwärmungs- oder Abkühlungs-Dauer, Umkehrungen seiner Polwerthe zu erleiden. ***) Wie jeder Magnet zerstückelt eben so viele kleinere

*) Beide Pole liegen mit dem mittleren, sog. Indifferenzpunkte in einer und derselben geraden Linie, entsprechend der Richtung der Krystall-Blätter; in dieser Richtung ist der Turmalin vollkommen undurchsichtig, während andere Richtungen ihn durchscheinend zeigen.

**) Vergl. m. Arch. d. ges. Nat. XIV. 388—391.

***) Je nach dem Wechsel der Fühlwärme des Krystalls. Aehnliches beobachtete Hänkel auch am Boracit, während der Topas, in Erman's Versuchen, durch Anwärmungs-Wechsel elektronegative End- und elektropositive Seiten-Flächen nachweisen ließ, und Becquerel an einem von 25° bis 29° C erkaltendem Glas-Stäbchen

1703

Magnete darstellt, als solchen Weges Stücke erhalten worden, ebenso auch der in Elektrisirung begriffene und während dessen der Zertheilung unterworfene Turmalin, dessen elektrische Eigenschaften Benjamin Wilson (Phil. transact. L. I. P. I. 308 etc.) und 1662 Franz Ulrich Theodor Aepinus zu Petersburg zuerst wahrnahmen und veröffentlichten, während bald darauf Canton die Elektropolarität desselben entdeckte.*) Canton wiederholte die Versuche im Dunkeln und sah hiebei Turmalin beim Erwärmen lebhaft leuchten (was an das Leuchten des mäßig erhitzten Flußspath, zumal des grünen, erinnert.**) Hauy's Versuche mit dem Boracit, den man betrachten

---

Elektropolarität sich entwickeln sah, die um so deutlicher hervortritt, wenn das eine Ende solchen Stäbchens matt geschliffen war. Brewster's hieher gehörige Versuche mit vielen van ihm in Absicht auf solche Polarität geprüften Krystallen, lassen, in Verbindung mit Becquerel's und Forbes' und früheren Beobachtungen (von denen der Letztere fand, daß dergleichen elektrische Vertheilungen und Wiederausgleichungen zu O E um so schwüriger möglich werden, je größer die Masse des erwärmten oder abgekühlten schlechten Leiters ist) die allgemeine Folgerung zu, daß Thermo-Elektropolarität, wie Elektrisirung durch Druck (letztere Libes zufolge, auch an gefirnißten Metallplatten nachweisbar) für alle trockne, starre Stoffe, insbesondere aber für mehr oder weniger schlechte Leiter möglich sind; eine Möglichkeit, die man, Becquerel zufolge, am leichtesten nachweiset, wenn man zwei dergleichen ungleich schlecht leitende Körper, z. B. zwei mit Glasstielen verbundene Scheiben, von denen die eine aus einem Kautschuckblatt, die andere aus Kork besteht, sie an den Glasstielen ergreifend, stark gegen einander drückt und dann eine oder die andere derselben sofort dem zuvor elektrisirten Schildchen der Coulomb'schen Drehwage nähert; stets findet man dann eine (meistens die weichere) der Scheiben elektronegativ, die andere elektropositiv, und waren die Scheiben gleichstoffig, aber zuvor ungleich erwärmt, so ist es die durch stärkeres Erwärmen mehr erweichte, welche — E erhält, während die andere + E zeigt. Waren aber die Scheiben nicht nur gleichstoffig, sondern zugleich auch gleichwarm, so ist es die „rauhere" Scheibe, welche — E erhält.

*) Um einen Krystall, entweder seiner ganzen Länge nach, oder dem einen Ende nach so viel wie möglich gleichmäßig anzuwärmen, festigt man ihn in seiner Mitte, mittelst eines zur Schlinge geformten einfachen Seidenfadens, so, daß er also gefestigt bekommt, indem man das entgegengesetzte Ende des Fadens an einen nicht zu dünnen und hinreichend langen cylindrischen Glasstab mit Siegellack klebt und dann einen Theil des Fadens um den Stab wickelt) in einem zureichend weiten Glascylinder (z. B. in ein durchgängig gleich weites Trinkglas) über den man, auf dessen Randmitte, die Enden des Glasstabes gelegt hatte, frei schwebend zu beliebigen Tiefen hinabgelassen werden kann, stellt dann den dünnen, ebenen Boden des Cylinders auf eine, durch eine Weingeistlampe zu erhitzende ebene Metallplatte und bewirkt so, falls der Krystall, also vorgerichtet horizontal schwebte, daß er durchgängig gleichmäßig angewärmt wird; oder im Falle man ihm — durch Verschieben der Schlinge und dadurch aufgehobenes Hebels-Gleichgewicht — eine schiefe Richtung ertheilt hatte, daß er an einem Ende mehr, am entgegengesetzten weniger erwärmt erscheint. Uebrigens kann man beide Enden auch dadurch leicht ungleich warm darstellen, daß man eines derselben mit einem mit Aether befeuchteten Schwämmchen berührt und es dann von selber wieder trocken werden läßt.

**) Erhitzt man etwas in einem trockenen Glaskolben befindliche Benzoesäure, bis zu deren Verdampfung, so sieht man am Tage das lebhafteste zur Wirbelbewegung führende positiv elektrische Abstoßen der in der obern Luft des Kolbens (durch Ab-

mit dem äußern Beleg der Flasche mittelst des nahe dem Flaschenboden befindlichen Häkchens zuvor verbunden worden war, und stellte so eine dem H'schen allgemeinen Auslader ähnliche Vorrichtung dar, die in den Stand setzte, mit Näherung oder Fernung des Drahtes zum Flaschen-Draht-Knopf, die Schlagweite der zur Entladung gelangenden Flasche genau zu messen.

β) Alle jene Elektrometer, welche zu Messungen schwacher Elektrisirungen (oder sog. kleiner Elektricitäts-Mengen) bestimmt sind, sie lassen, wenn sie sich wirksam zeigen, darüber in Ungewißheit: von welcher Elektricität, ob von + E oder — E es sich dabei handle? Und um darüber Auskunft zu erhalten, bleibt nichts weiter übrig, als dem elektrometrischen Versuch sogleich einen zweiten mit einem, hinsichtlich seiner Reibungs-Elektricität, bekannten Körper folgen zu lassen, indem man denselben, gerieben, denen in Abstoßung begriffenen Körperchen (z. B. dergleichen Blattgoldstreifen, Hollundermark-Kügelchen 2c.) nähert; werden dann z. B. solche in Abstoßung begriffene Körperchen von: durch Reiben gegen Wolle elektrisirtem feinen Siegellack (oder Schwefel) angezogen, so erfährt man dadurch, daß sie positiv elektrisch waren; weil Siegellack wie Schwefel durch Reiben gegen Wolle (gegen Wollentuch) — E erhalten. Indessen bedarf es eines zweiten Versuchs der Art nicht, wenn man sich des Behrens'schen, durch v. Bohnenberger verbesserten Elektrometers bedient, das einer Seits aus einem Condensator besteht, der die einem elektrisirten Körper, mittelst Berührung, zu Gunsten eines senkrecht zwischen zwei ebenfalls senkrechten Zambonischen Säulen (s. w. u.) schwebenden, weder oben noch unten mit den Säulen leitend verbundenen Blattgoldstreifens entzogene Elektricität in der zuvor beschriebenen Weise verstärkt, anderer Seits aus diesen, am zweckmäßigsten mit ihren oberen Gegenpolen mittelst Ableitung mit der Erde und dadurch zu einer trockenen Säule verbundenen und hier befestigten Säulen besteht, deren unten frei herabragende Gegenpole, der eine mit + E, der andere mit — E geladen und solcher Ladung entsprechend, am obern Ende gezeichnet erscheinen, so daß dann, war dem Blattgoldstreifen z. B. + E ertheilt worden, dieser nun von dem — E der Säule angezogen, zugleich aber in der Richtung dieser Anziehung vom + E-Pol abgestoßen und mithin auch von dieser Seite her in seiner elektrischen Bewegung gefördert wird. Das Ganze wird zur Zeit des Nichtgebrauchs mit einer Glasglocke überdeckt; vergleiche Gilbert's Ann. XXIII. 24.

γ) Die zuvor erwähnten Glas- und Metall-Vergoldungen bewirkt man am einfachsten folgendermaaßen. Man überzieht das Glas mit durch Wasser stark verdünntem Eiweiß, oder einer ebenso verdünnten Lösung von Fischleim in Branntwein, indem man es mit einem in eine oder die andere dieser Lösungen getauchten Schwamm oder Leintüchlein so überfährt, daß die ganze zu vergoldende Fläche feucht, aber nicht naß wird

(für kleine Glasflächen reicht Mundfeuchte hin, selbst bloßes Anhauchen derselben) und legt sie dann auf Blattgold, das man zuvor auf einem Bogen Papier so verbreitet hatte, daß je zwei Goldblättchen am Rande sich auf eine sehr kurze Strecke überdecken, drückt sie gegen das Gold fest an, hebt sie dann in die Höhe, läßt sie an der Luft trocken werden und reibt sie mit ungesponnener reiner Baumwolle ab. Sollte eine Stelle Gold-frei geblieben sein, so feuchtet man (oder behaucht man) sie und verfährt wie zuvor; Gold haftet nicht am befeuchteten Golde, wohl aber und so stark an Glas, daß es, mit Baumwolle abgerieben, innigst anliegend, höchst glänzend erscheint. *) Auf ähnliche Weise kann man auch mit

*) Noch dauerhafter, aber nicht bei jeder Glasform gut anwendbar, vergoldet oder verplatint man das Glas mechanisch, wenn man es zunächst stark erhitzt, sofort mit Blattmetall sorgfältig belegt, dieses möglichst stark gegenpreßt und dann stark erhitzt, oder, wie man zu sagen pflegt, einbrennt. Man kann das Glas auch mit Schellack dünn überziehen und dann Blattmetall gegendrücken, aber Vergoldungen der Art bleiben matt, während die in obiger Weise mittelst Leim ꝛc. mechanisch bewirkten, gehörig gerieben, höchst glänzend erscheinen und daher auch Glanz-Vergoldungen genannt werden. Was übrigens bei dieser für Glas gilt, ist auch auf Metall, Gyps, Thon, Holz, Leder, glatte Pappe, Papier ꝛc. anwendbar; z. B. auch auf mit Papier bekleidete pappene Leydener Flaschen, deren Pappe man vor der Papier-Bekleidung mit Schellack-Firniß getränkt, dann mittelst solchen Firnisses mit Papier überzogen und endlich dieses selbst ebenfalls in gleicher Weise überfirnißt und hierauf, jenem Theile nach, welcher leiten soll, mit Stanniol oder Blattgold belegt hatte. — Porzellan vergoldet man dagegen nicht mit Blattgold, sondern mit metallisch (durch $FeOSO_3$ aus Goldchlorid-Lösung) gefälltem, wohl ausgewaschenem und getrocknetem, sog. ächtem Malergold (S. 405), das man mit Speck oder Terpentinöl angerieben und in solcher physischen Verbindung auf den zu vergoldenden Stellen gleichmäßigst verbreitet hatte, dann aber unter der Muffel einbrennt und nachgehends polirt. — Nach Liebig reicht zu einer Auflösung eines Ducatens in Goldscheidewasser und daraus gewonnenem krystallinischem Goldchlorid eine Unze Kalin-Cyanid (S. 958) hin. Die Auflösung darf aber Behufs galvanischer Vergoldung nicht schwächer werden, was man dadurch verhütet, daß man den + E-Pol der Kette mit einem Goldplättchen verbindet, das in die Goldauflösung hinabgelassen wird; es ersetzt sich dann jenes Gold durch fortschreitendes Auflösen wieder, was an dem zu vergoldenden, mit dem negativen Pol durch einen Platindraht verbundenen Gegenstand sich abgesetzt hatte. Wird dabei letzterer von Minute zu Minute herausgenommen und jedesmal durch Reiben mit Weinstein gesäubert, so gewinnt dadurch die Vergoldung in solchem Maße an Festigkeit, daß sie der sog. Feuer-Vergoldung fast gleichkommt. War das zu vergoldende Gefäß ein eisernes, oder bleiernes, oder zinnernes ꝛc., so muß man es erst (letzteres galvanisch) verkupfern, was am einfachsten durch Kupferauflösung (in Wasser gelösten Kupfervitriol) unter Zusatz von etwas Glaubersalz oder Kochsalz geschieht, d. h. durch Salze, welche die Mitfällung von Eisenoxyd oder von dessen Hydrat verhindern. Will man zu dergleichen Fällungen die zu fällenden Metalle (Au, Pt, Ag, Cu etc.) nicht geradezu in Kalin-Cyanid-Lösung auflösen (S. 937), so bildet man dergleichen Auflösungen mittelst Wechselzersetzungen (z. B. auf 1 Gewichtstheil Silberchlorid 6 in 100 Wasser gelöster Kali-Cyanid; 1 in 12 Wasser gelöster Kupfervitriol + 2 in 16 Wasser gelöstes K.-Cy.); indessen läßt sich Platin auch ohne Kalin-Cyanid nach Fehling lediglich aus in Wasser gelöstem Platinsalmiak in bemerkter Weise galvanisch und Gold ꝛc. schon dadurch

Blatt-Platin oder Blatt-Silber verfahren. Letzteres eignet sich aber nicht zu Ueberzügen für Elektricitäts-Geräthe, weil es durch in der Luft zeitweilig verbreitetes Hydrothion-Gas Schwefel-bindend anläuft und seine gute Leitung mehr oder weniger einbüßt. Ueber Döbereiner's Glas-Verplattirung vergl. S. 1430 Anm. Zur Metall-Vergoldung bedient man sich, wo der zu vergoldende Gegenstand es gestattet, entweder des galvanoplastischen Verfahrens,*) oder der kalten Vergoldung mittelst sog. Goldzunder (S. 1317). Man wendet zu letzterer am zweckmäßigsten die heiße wässrige Lösung des krystallinischen Goldchlorid an und reibt den Zunder am besten mittelst Kork in die zuvor vollkommen gereinigte Metallfläche ein, den man vorher mit wässriger Kochsalz-Lösung getränkt hatte; nachdem die Fläche also vergoldet worden, polirt man sie. Dauerhafter als diese Vergoldungen sind indessen die sog. rein chemischen trocknen oder nassen**) Weges bewirkten, von denen die letzteren jedoch ebenfalls

---

ausfällend zur Bekleidung anderer Metalle bringen, daß man (Frankenheim zufolge) der Goldchlorid-Lösung Kochsalz zusetzt, das flüssige Gemisch erhitzt und das zu vergoldende Metall hineinsenkt. Vergl. auch oben S. 1261. Es bildet sich übrigens goldchoridsaures Natrinchlorid in langen, goldfarbenen, vierseitigen, luftbeständigen Prismen, darstellend das von allen Goldsalzen am meisten beständige, wenn man eine Auflösung von 4 Gewichtstheilen Gold in Königswasser mittelst Abdampfung eintrocknet und den trocknen Rückstand mit 1 Theil Kochsalz versetzt, in Wasser löst und wiederum (zur Krystallisation) abdunstet.

*) Vergl. oben S. 870, 910—911, 957 und 1312.

**) Erstere heißt auch die heiße oder Feuer-Vergoldung, letztere die nasse; beide erfordern: daß die zu vergoldenden Metallflächen zuvor auf's Vollkommenste gereinigt werden, erstere aber (Silberflächen ausgenommen), daß man die zu vergoldenden Kupfer-, Tombak-, Similor-, Bronce- oder Messing-Flächen zuvörderst mit verdünnter Azotsäure überstreicht und dann in sog. Quickwasser (d. i. in einer verdünnten Auflösung des Mercur in Azotsäure) taucht, damit sich die Metallfläche (Mercur metallisch fällend) mit Amalgam dünn überzieht. Bei der Vergoldung des Silbers ist solche Amalgamirung nicht nöthig, da Goldamalgam außerdem auf Silber leicht und fest haftet, und außerdem solchen Weges auch nicht möglich, da die azotsaure Mercurauflösung vom Silber nicht zersetzt wird. Hat man nun das Metall mit Goldamalgam gleichförmig bedeckt, so bedarf es nur noch mäßiger Erhitzung über Kohlenfeuer (unter der Esse) oder in Tubulatretorten-förmigen, feuerfesten Thongefäßen, um das Mercur zu verflüchtigen und das Gold, dem Metalle anhaftend, zurück zu behalten, um hierauf das also mit Gold überzogene Metall mit Glühwachs (d. i. Wachs + fein zertheilten armenischen Botus, Grünspan und Alaun) zu überstreichen, bis zu dessen Verbrennung zu erhitzen, es dann im Wasser abzulöschen und mit heißer Weinstein-Lösung zu bürsten und zu poliren. Soll die Vergoldung ungewöhnliche Dicke erreichen, so muß man das beschriebene Verfahren bis zu dem Zeitpunkt, da die Bestreichung mit Glühwachs daran kommt, zum Oefteren wiederholen. Silber, das in beschriebener Weise vergoldet worden, führt im Handel die französische Benennung Vermeil. — Die sonst gewöhnlichste nasse Vergoldung des Silbers ist die sog. Griechische. Man bereitet zuvörderst sogenanntes Alembrothsalz, d. i. mercurchloridsaures Ammonchlorid, das man trocknen

zugleich galvanisch bedingt sind, indem sich bei ihnen galvanische Ketten aus einem festen und zwei wässrig flüssigen Leitern bilden und bethätigen. — Strauß sah 30 Gran (Irid-haltigen) Platinschwamm, gewonnen aus roher amerikanischer, sog. weißer Platina (die 4,166 Quarz hinterließ, als 240 Gran derselben wiederholt durch Sieden mit Königswasser aufgelöst worden waren), der unter dem Polirstahl schönen Metallglanz annahm, sich mittelst Erwärmen und Verreiben nach und noch mit 210 Mercur zu einem geschmeidigen Amalgam verbinden ließ, das die feinsten Eindrücke annahm und, auf eine reine Kupferplatte getragen, sich auf derselben so vollständig verbreitete, daß es, hierauf ausgeglühet, durchgängig von Platin bedeckt erschien. Als man dann auf diesem Pt-Ueberzug einen Brei verbreitete, der durch verreibendes Mengen von Platinamalgam mit Kreide und Wasser gebildet worden und nach dem Trocknen eine zweite Glühung folgen ließ,

---

wie nassen Weges gewinnen kann, wenn man gleiche Theile Salmiak und Aetzsublimat (Mr Ch) entweder der Sublimation oder der gemeinschaftlichen Lösung in Wasser unterwirft; es ist löslicher als Mr Ch und weder durch Lösen noch durch trocknes Erhitzen in seine genannten näheren Bestandtheile zu zersetzen. Man löset es in sog. Scheidewasser (mäßig verdünnter Azotsäure) auf, wodurch es in eine Art Goldscheide- oder Königswasser übergeht, das man dann mit Gold sättigt und nun zur dicklichen Masse abdunstet, um das zu vergoldende Silber in dieselbe einzutauchen; die Vergoldung erfolgt, ohne daß sich dabei Ag zu Silberchlorid umbildete, was durch das Mr verhindert wird. Verschieden von dieser Vergoldung ist jene, welche schon Stahl kannte, und die auch zur Vergoldung vollkommen hinreicht, wenn sie diese Gegenstände betrifft, die nicht irgend einer Reibung unterworfen werden. Man vermischt nämlich eine gesättigte Goldauflösung entweder mit Aether oder Rosmarinöl, Spiköl, Terpentinöl ꝛc., oder mit Alkohol (was Stahl that) und wartet ab, bis diese Flüssigkeiten das Gold aufgenommen haben; da sie dann dunkel goldgelb erscheinen, während sich unter ihnen eine saure, farblose Flüssigkeit befindet. Man hebt die erstere von letzterer ab und taucht darin oder übergießt damit die zu vergoldende Metallfläche; der Aether ꝛc. verdampft, während das Gold, metallisch gefällt, der Metallfläche verbleibt. Man spühlt es vorsichtig mit reinem Wasser ab, trocknet und polirt es. Kupfer und ebenso zuvor verkupfertes Eisen oder dergleichen Blei (die man, wie zuvor bemerkt, durch Kupfervitriol unter Zusatz von Glaubersalz oder Kochsalz mit an ihnen gefälltem Kupfer überzog) ꝛc. lassen sich in dieser Weise ziemlich haltbar vergolden. Außerdem pflegt man auch wohl mittelst Amalgambildung Kupfer, Messing ꝛc. zu vergolden, indem man die Metalle mit einer Flüssigkeit näßt, welche aus 4 Gewichtstheilen Schwefelsäure, 1½ Alaun, ¾ Kupfervitriol, 1 Zinkvitriol, 10 Essig und 100 Wasser besteht, der man aber noch ½ Mercur zugegossen hatte, dann mittelst eines wollenen Lappens damit so lange reibt, bis es von einer dünnen Lage Amalgam überzogen scheint, da es dann mit Goldamalgam bedeckt und, wie zuvor bemerkt, erhitzt ꝛc. wird. Reines (blankes) Kupfer bedarf nur der Eintauchung in eine wässrige Lösung von azotsaurem Mercuroxydul, darauf folgender Trocknung an der Luft, Abwaschung, Wiedertrocknung und Abreibung mit lockerer, ungesponnener Baumwolle, um lebhaft weißglänzend amalgamirt zu erscheinen und an anderen Amalgamen (Gold-, Platin- ꝛc. Amalgam) fest zu hangen.

erschien der Ueberzug nach wiederholter Abreibung lebhaft metallisch glänzend. *)

δ) Aehnlich wie Reibung: Elektrisirung bewirkt, so, wie es scheint, auch die (wie jene: gegen die Cohäsion gerichtete, sie verhältlich wältigende, zugleich aber auch aufregende) ungleiche Erschütterung. Oersted, beachtend, daß der Staub in den Klangfiguren an deren Stellen (also an denen der zusammenhängenden Schwingungsknoten, S. 1646) ungewöhnlich fest hängt, vermuthete, daß diese Stellen beim Erklingen der Scheibe elektronegativ werden, während die der Schwingungsbogen elektropositiv erscheinen, und der Verf. dieses Handb. folgerte Aehnliches, als er auf einer klingenden, mit wäßriger Lösung des sog. blausauren Ammoniak (A H 4 Ky.) bedeckten Scheibe in der Gegend der (durch Streichen mit dem Geigenbogen) erzeugten Wellengruppen auffallend lebhafteren Ammoniak-Geruch und Grünung des Rosenpapiers bemerkte, als an den seitlich entfernteren wellenlosen Stellen; vergl. Gehlen's Journ. VIII. 241 u. 248, sowie auch m. Einleit. in d. n. Chem. S. 105 und m. Grundr. d. Experimentalphys. 2te Aufl. II. 377 u. 383 ff. Ueber Verstärkung der Wirksamkeit hydroelektrischer Elektricitäts-Erregung durch mechanische Erschütterung s. w. u. — Daß die durch den Donner bewirkte Luft- und Erderschütterung nicht nur als Erzeuger des Berührungs-Wechsels der Erdboden-Gegenflächen und der Wurzeln, sowie der Blätter und der Luft (in letzterer Hinsicht also dem Winde ähnlich), sondern zugleich durch „Elektricitäts-Erregung" auf den Pflanzensaft für das Wachsthum der Pflanzen vortheilhaft wirkte, ist wahrscheinlich **) ebenso, daß beim Bilden des Hagels

---

*) Reibt man das Platinamalgam (= 1 Pt + 7 Mr) so lange mit Wasser ab, bis sich kein grauer Staub mehr absondert und fügt dann zu 1 Gewichtstheil desselben noch 6 Mr, so scheidet sich, gleichviel, ob man es anwärmte oder kalt ließ, St. zufolge alles Pt wieder aus; eine Scheidung, die unter andern an jene des Goldes durch die Quart erinnert. Vergl. Trommsdorff's Journ. d. Pharmac. XI. 18 u. ff.

**) Gleichnamige Elektrisirung mindert die Cohäsion der Tropfbaren, erhöhet damit ihre Beweglichkeit und Fließlichkeit derselben, wie wenig Wasser deutlich darthut, das man durch einen elektrisirten engen Glastrichter gleiten läßt; statt wie aus demselben, aber nicht elektrisirten Trichter allmälig heraus zu tröpfeln, schießt es, scheinbar vermehrt, wie ein Stral heraus, obgleich in beiden Versuchen die Wassermenge dieselbe ist. Der durch den Donner erschütterte Regen (und die erschütterte Wurzelfeuchtigkeit) erhält dabei + E, die von ihm durchfallene Luft — E; ein sog. elektrisches Bad wirkt auf lebende Pflanzen Leben-fördernd, Entladungsschläge zerstören hingegen sofort, in sog. sehr empfindlichen Gewächsen die Lebensfrische; Hufeland's Versuche über Hedysarum gyrans sind in dieser Hinsicht sehr lehrreich. Der vollständigst elektrisirte erste oder zweite Conductor leuchtet nicht; nur die Entladungs-Erschütterung erzeugt Funkenlicht. Wie sich eine isolirt elektrische Metallplatte im Dunkeln verhält, wenn sie in Schallschwingung versetzt wird — steht zu versuchen. Folgende Stelle aus Newton's Optice (s. de reflexionibus etc. lucis Libri III. Lat.

solche Erschütterung als Erstarrungs-Förderer in ähnlicher Weise sich wirksam bezeugt, wie ruhiges unter 0°C erkaltetes Wasser durch leisestes Erschüttern plötzlich vereiset, verschiedene Salzlösungen plötzlich krystallisiren ꝛc., ist nicht unwahrscheinlich; vergl. oben S. 784. Erschütterung macht unmagnetisches Eisen magnetisch, mindert jedoch auch die Wirksamkeit schon bestehender Magnete; ob (und um wie viel) länger andauernde, als bis zu gänzlicher Beruhigung aller Theilchen? ist noch genauer zu bestimmen. Es ist denkbar, daß Erschütterungen die Längenrichtungen jener Theilchen verändern, deren polarische — vielleicht den Longitudinal-Schwingungen ähnelnde — Bewegungen den Magnetismus zur Folge haben, und so Stellungen dieser Theilchen hervorgehen machen, die denen gleichen, durch welche isolirendes Eisen die Fernewirkung des magnetischen beschränkt. *)

s) Unterwirft man über einander geschichtete dünne Blättchen Glas oder Glimmer, oder Kalkspath ꝛc. starkem Zusammendruck, so erscheinen sie ebenfalls merklich und zum Theil sehr lebhaft elektrisirt; Aehnliches gilt vom Stoß. Da in beiden Fällen zugleich Wärme erzeugt wird, und es sämmtlich sog. Isolatoren oder schlechte Leiter sind, welche solcher Wege elektrisirt werden, so ist es nicht unwahrscheinlich, daß die Wärme hiebei, als Elektricitäts-Erreger, nicht unthätig ist. Daß sie es mittelbar in sofern ist, als Zustandswechsel von Elektrisirungen

redd. Clarke. Laus. et Genevae, 1740. qu. VIII. p. 272) ist auch in dieser Hinsicht beachtenswerth; An non corpora omnia fixa, quam sint ultra certum gradum calefacta, emittunt lumen et splendent? Eaque luminis emissio per motus vibrantes partium suarum efficitur? Auch Bacon und Descartes nahmen an, daß das Verbrennungslicht Folge eingetretener Erschütterungen sei; Erschütterungen sind aber überall, wo sie und wie sie auch hervorgehen mögen: wellenförmige Bewegungen, auch selbst jene, welche nur Zerstiebung im Gefolge haben; wie dergleichen z. B. van Marum wahrnahm, als er eine elektrische Batterie von 225 Geviertfuß Beleg mittelst Zinnstreifen, Kupfer- und statt dessen Eisendrähten entlud; auf's heftigste erglüht, wurde hiebei das Zinn in Kügelchen zerstiebt, die, gegen 30 Fuß weit geschleudert, auf Papier gelbliche, auf Glas und Zinn graue Spuren hinterlassend, 6 bis 8 Secunden hindurch auf und nieder wogten und van Marum's Meinung nach: aus zuvor geschmolzenem Zinn entstanden waren, das, wie (unter ähnlichen Bedingungen) Mercur in kleinste Kügelchen zerworfen wurde. Vergl. Martinus van Marum's Beschreibung einer ungemein großen Elektrisirmaschine und damit im Teyler'schen Museum in Harlem angestellter Versuche. Aus dem Holländ. übers. Leipzig, 1786. 4. Erste Forts. L. 1788. 4. Eine zweite Forts. erschien in holländ. u. französ. Sprache (blieb aber unverdeutscht) 1795.

*) Vergl. oben S. 1696. Hält man ein Eisenblech so gegen einen magnetischen Stab, daß dessen Axe auf die Ebene des Bleches senkrecht, so isolirt das Blech, während es leitet (Magnetismus fortpflanzt), wenn jene Axe in der erweiterten Ebene des Bleches liegt. Im ersteren Falle bietet das Blech dem Pole des Stabes angeblich nur dar: sog. Indifferenzpunkte (s. w. u.). Diese setzen aber auch Gegen-Pole voraus.

begleitet erscheinen, wurde schon S. 134 u. ff. bemerkt. Eigentlich thermoelektrisch zeigt sich der Turmalin (S. 326 ff. 843), im geringeren Grade auch der brasilianische Topas, kryst. Galmey, Smaragd, Mesotype, Phrenit, Boracit rc. Der Turmalin bildet in diesem Zustande einen Thermo-Elektromagnet; indem er beide E, örtlich getrennt durch einen mittleren, weder + noch — E darbietenden (größeren) Theil, in den Endgegenden seines Krystalles (welche man die Pole desselben nennen kann), an einem Längen-Ende + E, am andern — E darbietet, *) hiedurch einem dritten, isolirten, zwischen dem + E habenden ersten und dem — E elektrisirten zweiten gestellten Conductor der Elektrisirmaschine ähnlich, und, vermöchte man ihm eine entsprechend empfindliche, frei schwebende Magnetnadel zu entgegnen, auf diese wahrscheinlich ähnlich wirken würde, wie eine sehr schwache zweite Magnetnadel der Art, und wie eine diese in solcher Hinsicht vertretende geladene Leydener Flasche die, Reßmann's (bereits im Jahr 1828 veröffentlichten), **) durch Faraday's hieher gehörige Wahrnehmungen bestätigten Versuchen zufolge mit ihrem — E-Beleg den Südpol, mit ihrem + E-Beleg den Nordpol der Magnetnadel anzieht, während dieser von jenem Belege, der Südpol aber vom + E-Beleg, entsprechend dem S. 273 erwähnten Gesetze abgestoßen wird. In Anwärmungen begriffen, bietet das eine Ende des Turmalin + E, das entgegengesetzte — E dar; der Abkühlung unterworfen, während er seitlicher Berührung unterliegt, erleidet er Umkehrung beider E-Werthe; wo zuvor + E sich zeigte, ist nun — E und umgekehrt; seitlich vollkommen isolirt, behält er beim Abkühlen seine Polwerthe bei, bis sie nach und nach gänzlich verschwinden. Erwärmt man den einen Pol, indessen man den andern abkühlt, so kann es kommen, daß beide Krystall-Enden gleichnamig elektrisirt erscheinen. Befand sich der Krystall bei diesen und ähnlichen Versuchen nicht frei schwebend, sondern lag er dabei auf einem anderen Isolator, so zeigt dieser an denen den Polen des Krystalles entsprechenden Gegenstellen, die denen E der Pole entgegengesetzten E-Werthe. Berührte der Krystall hiebei verschieden geartete und daher ungleich leitende, schlechte Leiter, so tritt für ihn die Möglichkeit ein, annoch während der Anwärmungs- oder Abkühlungs-Dauer, Umkehrungen seiner Polwerthe zu erleiden. ***) Wie jeder Magnet zerstückelt eben so viele kleinere

*) Beide Pole liegen mit dem mittleren, sog. Indifferenzpunkte in einer und derselben geraden Linie, entsprechend der Richtung der Krystall-Blätter; in dieser Richtung ist der Turmalin vollkommen undurchsichtig, während andere Richtungen ihn durchscheinend zeigen.

**) Vergl. m. Arch. d. ges. Nat. XIV. 388—391.

***) Je nach dem Wechsel der Fühlwärme des Krystalls. Aehnliches beobachtete Hänkel auch am Boracit, während der Topas, in Erman's Versuchen, durch Anwärmungs-Wechsel elektronegative End- und elektropositive Seiten-Flächen nachweisen ließ, und Becquerel an einem von 25° bis 29° C erkaltendem Glas-Stäbchen

Magnete darstellt; als solchen Weges Stücke erhalten worden, ebenso auch der in Elektrisirung begriffene und während dessen der Zertheilung unterworfene Turmalin, dessen elektrische Eigenschaften Benjamin Wilson (Phil. transact. L. I. P. I. 308 etc.) und 1662 Franz Ulrich Theodor Aepinus zu Petersburg zuerst wahrnahmen und veröffentlichten, während bald darauf Canton die Elektropolarität desselben entdeckte.*) Canton wiederholte die Versuche im Dunkeln und sah hiebei Turmalin beim Erwärmen lebhaft leuchten (was an das Leuchten des mäßig erhitzten Flußspath, zumal des grünen, erinnert.**) Hauy's Versuche mit dem Boracit, den man betrachten

---

Elektropolarität sich entwickeln sah, die um so deutlicher hervortritt, wenn das eine Ende solchen Stäbchens matt geschliffen war. Brewster's hieher gehörige Versuche mit vielen von ihm in Absicht auf solche Polarität geprüften Krystallen, lassen, in Verbindung mit Becquerel's und Forbes' und früheren Beobachtungen (von denen der Letztere fand, daß dergleichen elektrische Vertheilungen und Wiederausgleichungen zu O E um so schwüriger möglich werden, je größer die Masse des erwärmten oder abgekühlten schlechten Leiters ist) die allgemeine Folgerung zu, daß Thermo-Elektropolarität, wie Elektrisirung durch Druck (letztere Libes zufolge, auch an gefirnißten Metallplatten nachweisbar) für alle trockne, starre Stoffe, insbesondere aber für mehr oder weniger schlechte Leiter möglich sind; eine Möglichkeit, die man, Becquerel zufolge, am leichtesten nachweiset, wenn man zwei dergleichen ungleich schlecht leitende Körper, z. B. zwei mit Glasstielen verbundene Scheiben, von denen die eine aus einem Kautschuckblatt, die andere aus Kork besteht, sie an den Glasstielen ergreifend, stark gegen einander drückt und dann eine oder die andere derselben sofort dem zuvor elektrisirten Schildchen der Coulomb'schen Drehwage nähert; stets findet man dann eine (meistens die weichere) der Scheiben elektronegativ, die andere elektropositiv, und waren die Scheiben gleichstoffig, aber zuvor ungleich erwärmt, so ist es die durch stärkeres Erwärmen mehr erweichte, welche — E erhält, während die andere + E zeigt. Waren aber die Scheiben nicht nur gleichstoffig, sondern zugleich auch gleichwarm, so ist es die „rauhere" Scheibe, welche — E erhält.

*) Um einen Krystall, entweder seiner ganzen Länge nach, oder dem einen Ende nach so viel wie möglich gleichmäßig anzuwärmen, festigt man ihn in seiner Mitte, mittelst eines zur Schlinge geformten einfachen Seidenfadens, so, daß er also gefestigt bekommt, indem man das entgegengesetzte Ende des Fadens an einen nicht zu dünnen und hinreichend langen cylindrischen Glasstab mit Siegellack klebt und dann einen Theil des Fadens um den Stab wickelt) in einem zureichend weiten Glascylinder (z. B. in ein durchgängig gleich weites Trinkglas) über den man, auf dessen Randmitte, die Enden des Glasstabes gelegt hatte, frei schwebend zu beliebigen Tiefen hinabgelassen werden kann, stellt dann den dünnen, ebenen Boden des Cylinders auf eine, durch eine Weingeistlampe zu erhitzende ebene Metallplatte und bewirkt so, falls der Krystall, also vorgerichtet horizontal schwebte, daß er durchgängig gleichmäßig angewärmt wird; oder im Falle man ihm — durch Verschieben der Schlinge und dadurch aufgehobenes Hebels-Gleichgewicht — eine schiefe Richtung ertheilt hatte, daß er an einem Ende mehr, am entgegengesetzten weniger erwärmt erscheint. Uebrigens kann man beide Enden auch dadurch leicht ungleich warm darstellen, daß man eines derselben mit einem mit Aether befeuchteten Schwämmchen berührt und es dann von selber wieder trocken werden läßt.

**) Erhitzt man etwas in einem trockenen Glaskolben befindliche Benzoesäure, bis zu deren Verdampfung, so sieht man am Tage das lebhafteste zur Wirbelbewegung führende positiv elektrische Abstoßen der in der obern Luft des Kolbens (durch Ab-

kann als einen vieraxigen Würfel, zeigten, daß jene von beiden einerlei Axe zugehörigen Ecken, welche abgestumpft + E zeigen, während die gegenüber befindlichen, nicht abgestumpften (die meisten Facetten darbietenden) — E darbieten; hierin also jedem elektrisirten und isolirten, länglichen schlechten Leiter ähnlich, den man an irgend einer Stelle eines seiner Längen-Enden mit Ableitungsspitzen (Spitzenbüschel) versieht, während das entgegengesetzte Ende sammt den übrigen Seitentheilen abgerundet verblieben ist. In welchem Maaße aber durch Krystallisation hervorgegangene Thermo-Elektropolarität in sog. Isolatoren anzudauern vermöge, erfuhr Winkler am Schwefel, denn dieser zog noch (ungerieben) nach Monaten Goldblättchen an, da er zuvor zu einer Stange ausgegossen worden war. — Im der Guerike'schen Leere erfolgen alle Phänomene der Thermo-Elektropolarität schwächer, als in der dichteren Luft; wie sich auch + E und ebenso — E isolirter Conductoren in ersterer weiter verbreiten, als in letzterer.*) Zu große Erhitzung hebt die schon bewirkte Elektrisirung des Turmalin gänzlich auf, hierin ähnlich wirkend, wie beim Glase der Elektrisirmaschine; daß zu große Erwärmung der Conductoren einer Elektrisirmaschine, die Spannung ihrer Elektricitäten sehr mindere**) und das also geschwächte E sich dann (beim Entladen durch

---

kühlen in denselben) sich bildenden kleinen Krystalle, und im Dunkeln zugleich ihr lebhaftes elektrisches Leuchten. Minder stark, aber doch vollkommen erkennbar, bemerkt man dergleichen auch, unter gleichen Bedingungen beim Schwefel, deutlicher bei der Succinsäure und einigen anderen sublimirbaren Säuren, z. B. bei der Zimmtsäure rc. und ganz deutlich auch bei der Oxalsäure. Sehr lebhaft beim Zersetzungs-Erhitzen des krystallinischen chlorsauren Kali rc.; wahrscheinlich gehören hieher auch alle jene Leuchtungen, welche vor sich gehen, wenn trockener Quarzsand und ähnliche Körper in lebhaft erhitzte [illegible] geworfen werden. Böttger sah Weinsäure durch Anwärmen sehr stark elektrisch werden.

*) Die Luft selbst unterliegt durch jegliches Elektrisiren derselben einer Verbreitung, weil dadurch in ihr Punkt für Punkt elektrische Abstoßung zu Stande kommt, wie solches nicht nur bei Gewittern, sondern auch bei jeder elektroskopischen Bethätigung, und namentlich auch bei dem sog. elektrischen Flugrade (S. 168 u. 1616) zumal bei dessen Ansteigen schiefer Ebenen, sichtbar wird. Denn was diese Vorrichtung zur Drehung um ihre Axe treibt, ist der sog. Rückstoß der durch die Metallspeichen des Rades elektrisirten Luft, und hauptsächlich in ähnlicher Weise scheint auch jener Weingeist zur Raumerweiterung gelangt zu seyn, welchen Winkler in einem Thermometer sich ausdehnen sah, auf dessen Weingeistbehälter er das + E des ersten Conductors einwirken ließ.

**) Besteht der Conductor aus glühendem Eisen (das als solches schlechter leitet, wie Eisen von gewöhnlicher Luftwärme), so ist der Funke, den man ihm entlockt, nicht heiß (sowie die bei hinreichend niederer Temperatur aus Eis hervorgerufene, dem Conductor zugeführte Elektricität, weder diesen kühlet, noch kühlende Funken gewährt). — Die hydroelektrischen [illegible] erzeugten E besitzen sehr geringe Spannung, erzeugen dagegen z. B. im Schließungsbogen galvanischer Batterien große Hitze, und unterscheiden sich durch beide Verhalten auffallend von der Reibungs-, Druck-, Wärmungs- und Spaltungs-Elektricität; s. w. u. Alle hydroelektrischen Ketten besitzen aber in dem Wasser einen wesentlichen Vermittler ihrer Entstehungs-

Annäherung isolirter Leiter) zwar noch schwach leuchtend, aber kaum mehr elektrometrisch wirksam zeigen, beobachtete bereits Winkler (Gedanken von den Eigenschaften, Wirkungen und Ursachen der Elektricität rc. Leipzig, 1744. 8.). Reibt man warmes Glas gegen übrigens gleichgeartetes kaltes, so erhält ersteres — E, letzteres + E, und ähnlich verhalten sich die übrigen sog. Isolatoren; aber die Wärme wirkt hier nicht als Erreger, sondern nur als Vermittler der Elektricität; es ist das durch die Erwärmung weicher gewordene Glas, welches, gegen härteres (kälteres) gerieben — E erhält. Beim Elektrisiren durch Beleuchten [Photo-Elektricismus, S. 842 u. 1640 *)] ist es muthmaaßlich die dabei eintretende Wärmeerregung, die z. B. beim Verkehr des pflanzlichen Lebens mit dem Lichte und dessen Zersetzungs- [O-Entbindungs- rc.] Wirkungen mit Antheil hat an jenen elektrisch-polarischen Erregungen, welche dergleichen Wirkungen bedingen und vollenden helfen; schon weil sie die elektrische Leitung der nicht flüssigen schlechten Leiter erhöht, die in den Pflanzensäften der Carbonsäure (oder statt derselben deren Vertreter) und dem Wasser, den Azot-Oxyden und Hydrogeniden zur Seite stehen; aber außer dieser Wärmeerregung wirkt das Licht hiebei auch noch als solches mit; **) in dieser Hinsicht ähnlich jenem physischen Gegensatze, welcher Licht und Wärme von Seiten der Poldrähte Volta'scher Batterien (und verwandter Vorrichtungen) gleichzeitig in Form polarischer Entgegnungen

---

Bedingungen; das Wasser hat bekanntlich unter allen Stoffen (sog. todten wie belebten) die größte Fassungsfähigkeit für Wärme, oder ist, wie jene, welche die Wärme als selbstständige Wesenheit erachten, der Wärme-reichste Stoff, was sowohl hinsichtlich seines Lösungsvermögens (dem Wasser ist eine weit beträchtlichere Menge eigengearteter Stoffe zugänglich, als irgend einem anderen Lösungsmittel), als seines chemischen Verhaltens, dann aber in Absicht auf Galvanismus und Lebensbethätigungen der mannigfachsten Art höchst bedeutungsvoll hervortritt.

*) Bemerkenswerth sind folgende Beobachtungen Winklers (a. a. O. 35 ff., 43 u. 107): Bringt man zwischen einem durch Glaselektricität (+ E) elektrisirten isolirten eisernen Conductor und einen dergleichen nicht elektrisirten, eine sehr breite einem länglichen Gefäße angehörige Weingeistflamme, so erscheint der letztere Conductor augenblicklich elektrisirt, obgleich keiner der Conductoren weder die Flamme, noch ihr metallenes Gefäß berührt. — Eine elektrisirte Flamme theilt ihre Elektricität durch einen Raum mit an einen andern Körper, der über zwei Leipziger Ellen weit von ihr entfernt ist. Läßt man einen Sonnenstral durch eine kleine Oeffnung in ein finsteres Zimmer, so wird derselbe von seiner geraden Linie nicht abgelenkt, mag er über oder unter einem elektrisirten Conductor hinstralen.

**) Sowohl jener verschiedene Einfluß, welcher ungleichfarbiges Licht auf lebende Pflanzen (und auf Infusorien) ausübt, als auch die durch dasselbe im Silberchlorid-, Bromid und- Jodid rc. bewirkten theilweisen Zersetzungen weisen hin: auf durch dasselbe hervorgerufene Elektropolarität; allein abgesehen davon, daß auch diese Lichteinwirkungen stets von (möglichen) Wärme-Erregungen begleitet erscheinen, und ebenso auch die durch das prismatische Farbenbild bewirkten Abänderungen des Phosphor-Verhaltens zu feuchter Luft (und damit der Ozon-Erzeugungen; S. 1293) so ist es doch bis jetzt noch nicht gelungen, solche Elektrisirungen elektrometrisch wahrnehmbar zu machen.

gewähren; Entgegnungen, auf welche in neuerer Zeit (August 1845) vorzüglich Neeff aufmerksam machte. Schon Murray fand den sog. + E-Pol einer galvanischen Säule wärmer, als den — E-Pol, und Becquerel folgerte aus seinen Versuchen: + E strömt dem kalten, — E dem heißen Ende zu. Neeff, zunächst ursprüngliches (primäres) Licht hydroelektrischer Ketten vom durch deren Wärme nacherzeugten (secundären) unterscheidend und dieses (elektrische) Flamme nennend, zeigte: daß die Magnetoelektrisirungen sich vorzüglich dazu eignen, ersteres am — E-Pol (der Kathode) frei von letzterem zur Entwickelung zu bringen;*) zugleich wies er aber auch aus älteren,

---

*) „Viele Phänomene der Reibungselektricität (bemerkt N. in seiner hieher gehörigen im September 1845 vertheilten, besonders gedruckten Abhandlung, S. 2, §. 3 daselbst) zeigen ein solches höchst glänzendes elektrisches Licht mit einem Minimum von Wärme. Es ist nur Schade, daß man hier (wie bei der Leydner Flasche, der Volta'schen Batterie ꝛc.) den Ursprung des Lichtes nicht mit Erfolg studiren und aus dem Chaos der Erscheinungen ausscheiden kann. Es ist mir gelungen, auf einem andern Weg dieß zu erreichen. Bei der Magnetelektricität nämlich, — unter welchem Namen ich die durch entstehenden und verschwindenden Magnetismus hervorgerufene Elektricität begreife, nicht nur wenn die Erregung durch den permanenten Magnetismus des Stahlmagneten, sondern auch wenn sie durch den momentanen des Elektromagneten geschieht, — kann man unter günstigen Bedingungen das elektrische Licht frei von verwickelnder Complication und sehr distinkt sehen, kann es bis zu seinem Ursprung verfolgen, und die Art seiner Polarität unzweideutig erkennen. Denn da diese Elektricitätsquelle eine höhere Intensität und geringere Quantität äußert, als die Voltakette, so giebt sie mehr primäres Licht und weniger Wärme, als diese. Sie nähert sich mehr der Frictionselektricität, ist aber weniger oberflächlich und wirkt kräftiger chemisch als diese. Auch kann man beliebig sowohl ihre Intensität als auch ihre Quantität schwächen und verstärken, je nachdem man zur Spirale einen längeren oder dickeren Drahl wählt. Ihr Hauptvorzug ist aber, daß man die Polareffecte welche beim Volta'schen Strom dem Experimentirenden unter der Hand verschwinden, indem sie sich schnell neutralisiren, bei ihr besser auseinanderhalten, und unvermischt zu einer bedeutenden Höhe steigern kann." N. bediente sich zu diesen Versuchen, den von ihm in Poggendorff's Ann. (XLVI, 104 ff.) beschriebenen Magnetelektromotor, der vor ähnlichen Vorrichtungen dadurch sich auszeichnet, daß er sowohl das Hervorbringen einzelner magnetelektrischen Entladungen, als auch das zahlreicher, einander höchst rasch folgender in die Willkür des Experimentators stellt; jedoch wich N.'s zu diesen Versuchen verwendeter Magnetelektromotor dadurch von jenem ab, daß, nach Art der vom Mechanikus Desaga zu Heidelberg bevorzugten hieher gehörigen Einrichtung: der Hammer mit einem Platinblättchen bedeckt wurde das, senkrecht auf seiner Ebene, von der kegelförmigen Spitze eines mit dem Amboß verbundenen Platindrahtes berührbar war. Sobald diese Vorrichtung vibrirt, erscheint zwischen dem Hammer und dem Amboß, bei jeder Oeffnung der Kette ein sog. Funke, der, weil er sich äußerst schnell erneuert, scheinbare Stätigkeit erlangt, der aber nach N. weder Folge wirklicher, von einem Pol zum andern überspringender Funken, noch Erfolg angeblich eingetretener Metallverbrennungen (die erst bei sehr starken Elektricitäts-Erregungen vor sich gehen), sondern lediglich; von einem Kleinsten begleitetes, ursprüngliches Licht ist, das, bei nicht zu lebhafter Tageshelle, schon dem unbewaffneten Auge in Form einer kleinen violett leuchtenden Stelle merkbar wird, deutlicher jedoch dem bewaffneten Auge sich merklich macht, indessen stets nur am — E Pol; d. h. die Platinspitze des Ambosses leuchtet, wenn der sog.

wie aus neueren Beobachtungen nach, daß der + E-Pol sich überall (die Anode) als Wärme-Quelle bewähre und daß die, an diesem Pole (und ebenso am entsprechenden Conductor der Elektrisirmaschine und Beleg der geladenen Leydener Flasche) möglichen theilweisen Aufhebungen der Cohäsion stets von hieher gehörigen mechanischen Wirkungen der Elektricität begleitet erscheinen; wie Solches neuerlich vorzüglich durch Ries (Poggendorff's Annal. LXV. 481 ff.) dargethan worden; vergl. oben S. 1721 Anm. *) Zu R.'s weitere Bemerkung, daß, wie der + E-Pol (die Anode) zerstäubend und verflüchtigend wirke, so umgekehrt der — E-Pol (die Kathode) verdichtend und gestaltend **) zu dieser Beobachtung und Folgerung gelangte gewissermaaßen auch schon Ritter; nicht nur, da er die im flüssigen Schließungsbogen der Volta'schen Batterie am — E sich gestaltenden Erzmetalldendriten beurtheilend verfolgte, sondern auch und vorzüglich: als er die Poldrähte in einer Kerzenflamme bis auf 1/2 bis 1 Zoll gegenseitigen Abstandes einander näherte, da sich dann am — E Pol verästelnde Dendriten bildeten,***) während jedoch auch am + E unverästelte Anhäufungen erfolgten; Gilbert's Ann. IX. 337 u. Gehlen's Journ. III. 692. (Wie denn auch am + E-Pol sich — nicht selten vollkommen metallisch bräunlich stahlfarben glänzendes — Bleihyperoxyd bildet und Ritter auch: ähnlichen Glanz und Farbe darbietendes Silberhyperoxyd, sich an dem genannten Pol krystallinisch absetzen sah. Da man beim Schließen einer galv. Batterie am + E-Pol Wärme, am Volta'schen — E-Pol Kälte empfindet, wurde schon in den ersten Jahren nach Erfindung der Batterie von Ritter, dann von Davy beobachtet.†)

Strom vom Hammer zum Amboß geht, und die Platinfläche des Hammers, wenn die umgekehrte Richtung stattfindet; vergl. a. a. O. S. 4.

*) „Von dieser Thatsache hat schon die Technik Gebrauch gemacht, und zwar auf magnetelektrischem Weg. Pring nämlich (Dingler's polit. Journ. XC. 181) radirte auf einer gehärteten Stahlplatte, indem er diese mit dem positiven Pol einer Voltasäule verband, eine Drahtspirale in die Kette brachte, und mit einer Radirnadel aus Platin, die mit dem negativen Pol verbunden war, den Contakt bewirkte. Stahltheilchen springen bei jeder Aufhebung der Berührung aus der Platte. Wurden die Pole umgekehrt, so war der Funke mit Absetzung von Theilchen der Nadel auf die Stahlplatte begleitet.“ Vergl. a. a. O. S. 10, §. 25.

**) „Die amorphe Kohle, an der Anode zerstäubt und glühend zur Kathode hinübergeführt, verdichtet sich hier zu specifisch schwererem, der Krystallisation fähigem Graphit.“ Vergl. a. a. O. S. 11, §. 28.

***) Schließt man die Batterie in der Flamme, mittelst der Rußdendriten, so verbrennt die Kohle mit blendend weißem Licht, ähnlich jener Verbrennung, welche C, Si etc. darbieten, neben dem sprühenden Rothlicht des verbrennenden Eisens, wenn man eine Stahlfeder im O-Gase verbrennt; ein blendend weiß leuchtender Kern (gleichsam ein negativ elektrisch leuchtender Belder) erscheint, umgeben vom sternartig stralig verbrennenden positiven Rothlichte der Flamme.

†) Vergl. m. Grundr. der Experimentalphysik II. 95. Ueber die Einwirkung der Poldrähte der Volta'schen Batterie, sofern bei der durch sie bewirkten Schließung der zusammengesetzten Kette die übrigen Sinnesorgane mit in den Kreis gezogen wer-

Peltier bemerkte letzteres spurenweise auch an der Berührungsstelle thermoelektrischer Metalle, „wenn in einer bestimmten Richtung ein elektrischer Strom durch sie geht“; Neeff. a. a. O. S. 12. Daß übrigens hydroelektrisch erzeugte Elektricität nicht wesentlich von der Reibungs-Elektricität abweicht, zeigen außer den zum Theil schon erwähnten hieher gehörigen Versuchen (z. B. der mehr gedachte Amsterdamer Versuch, die Erzeugung der Lichtenberg'schen Figuren durch Vermittlung der Volta'schen Batterie ꝛc.) unter andern folgende Verhalten der Volta'schen Batterie unzweifelhaft:*) Singer's Batterie, errichtet aus 400 Paaren Zink-Kupfer-Platten, indem jede Einzelplatte 4 Würfelzoll Fläche darbot, und im gefächerten Troge zwischengeschichtet nicht mit gut leitendem gesalzenen oder noch wirksamer: angesäuertem Wasser, sondern nur mit Flußwasser, setzte in den Stand eine elektrische Batterie, in solchem Maaße zu laden, daß derselben Funken entzogen werden konnten, welche Phosphor schmolzen und (dadurch) entzündeten, Knallmerkur zur Verpuffung brachten ꝛc., was Children nicht vermochte mit einer Volta'schen Batterie, deren 20 Zink- und 40 Kupferplatten 6 englische Fuß lang und 1 Fuß 8 Zoll breit waren, und denen man (im Troge) ein Gemisch von $^1/_4$ Azot- und Schwefelsäure nebst $^{30}/_{40}$ Wasser zwischengeschichtet hatte. Dagegen wurde aber (mittelst der Poldrähte dieser Batterie) ein die Schließung derselben bewirkender Platindraht von $5^1/_2$ Fuß Länge und 0,11, Zoll Dicke in lebhaftes Glühen, und Iridium geschmolzen, wie

---

den, daher über dabei erfolgte ungleichfarbige Lichterregung im Auge (blaue und rothe; je nachdem man das Auge als Fortsetzung des — E- oder + E-Pol in Anspruch nahm), ungleich hohe Tönung im Ohr; Drang zum Niesen und [illegible] Geruch, wenn die innere Nasenfläche als Fortsetzung des — E Pol, Abstumpfung und Hemmung jenes Dranges, so wie [illegible], wenn sie als + E Pol diene; alkalisch-bitterer Geschmack, wenn die Zunge den negativen, [illegible] sauerer, wenn sie den positiven Pol berührend die Kette schließt, s. ebend. S. [illegible]; über die [illegible] einfacher galvanischer Ketten S. [illegible]. Ueber [illegible] Zusammenziehung und Streckung der Muskeln der [illegible], dann über die Verwendung der Muskeln und Nerven als [illegible] Gegensatz [illegible] Kette; ebendas. S. [illegible] Pflanzen s. Ritter's [illegible] a. a. O. S. 72 f. [illegible] S. 73.

*) [illegible] Singer's und Children's [illegible] a. a. O. S. [illegible] 1 Ge[illegible]

denn auch in Hare's hieher gehörigen Versuchen mit 80 Gliedern seiner Deflagrator genannten Volta'schen Batterie*) nicht nur Kohle unter lebhaftestem, dem Auge unerträglich glänzendem Licht verbrannte, sondern sie auch, am Zinkpole der Batterie (verbrannt) zur glasartigen Masse schmolz, und Humphry Davy mit jenem großartigen Trogapparate, mit welchem ihm die metallische Herstellung des Kali zu K und des NaO zu Na gelungen war,**) die Kohle im luftleeren Raume zum lebhaft glänzenden Leuchten brachte, und nicht nur Quarz, sondern auch Kalk schmolz. Uebrigens kann man die größte elektrische Batterie, entsprechend der ganzen Wirksamkeit der hierbei zu verwendenden Volta'schen Batterie laden, wenn man den einen der Poldrähte dieser letztern mit dem inneren, den anderen mit dem äußeren Beleg der ersteren in leitende Verbindung setzt. Verbindet man den einen Pol der zusammengesetzten (wie der einfachen) Kette mit der Erde, so wächst dadurch die elektrische Spannung am entgegengesetzten Pol, und läßt sich nun elektrometrisch wahrnehmbar machen; vergl. S. 1709 ff.

ζ) Die größere chemische etc. Wirksamkeit der hydroelektrisch erregten Elektricität leitet man von ihrer verhältlich großen Menge ab (die mit der Größe der Gegenflächen ihrer Glieder und chemischen Wirksamkeit ihres feuchten Leiters im Verhältniß steht), die geringe Spannung galvanischer Ketten aber von zwischen ihren Gliedern andauernd eintretender Ausgleichung ihrer Elektricitäten; ausgeglichene Elektricitäten können nun freilich keine Spannung mehr äußern, sie können aber auch nicht mehr anderweit (z. B. nicht mehr chemisch etc.)

*) Hare bog anfänglich Zink- und Kupfer-Platten spiralförmig zusammen und tauchte sie dann in gute, wohlgesäuerte flüssige Leiter; der heftigen Erhitzung wegen, welche die Schließung dieser Batterie an den Poldrähten darbot, nannte er sie Calorimotor; späterhin ließ er die 7 Zoll langen und 3 Zoll breiten Metallplatten ungebogen, festigte sie durch unten und oben offene kupferne Hälse mittelst Holzstäbchen, schob in den gefächerten die gesäuerte Flüssigkeit enthaltenen Trog, zwischen je zwei Plattenpaare eine gefirnißte Pappscheibe, und nannte nun die Vorrichtung Deflagrator. Ein aus 250 Plattenpaaren zusammengesetzter gab beim Schließen gegen 1 Zoll lange und so lebhaft leuchtende Funken, daß deren Beschauung Augen-Entzündung verursachte. BaO wurde dadurch reducirt, aber sogleich wieder verbrannt. Pt-Draht schmolz augenblicklich, Stahldraht verbrannte unter Verpuffungen und Kohle, fing an zu schmelzen. Als Silliman den Deflagrator mit einer Volta'schen Säule verband, erfolgte gegenseitige Erschöpfung, wie S. meint: weil die Volta'sche Batterie schlechter leitete (isolirte), muthmaßlich weil sie in jenen Zustand versetzt wurde, den Faraday den elektrotonischen nannte (Poggendorff's Ann. XXV. 110 ff.), der zum Theil jenem ähnelt, welchen der Verf. dieses Handbuches durch Siderismus bezeichnet; m. Grundz. II. 410 ff. und 328—329. Das lebhafte Leuchten der in Kohle endenden Poldrähte sehr wirksamer zusammengesetzter galv. Ketten, führte vor einigen Jahren zu dem Vorschlage: solchen Weges Leuchtthürme, Gassen etc. zu beleuchten; eine Beleuchtungsweise, die jedoch wahrscheinlich jedenfalls zu kostspielig werden dürfte.

**) Im Sommer 1814 sah ich diese mit ihren Trögen den Flächenraum eines großen Zimmers bedeckende sog. Riesen-Batterie, deren Platten jedoch sehr stark gelitten hatten.

sich wirksam bezeugen, weil sie zu 0 E ausgeglichen sind. Allerdings bilden diese sog. Mengen den Hauptunterschied zwischen den Hydroelektrisirungen und den Reibungselektrisirungen, allein diese Mengen gelangen erst bei vorhandenem Widerstande zu verhältlich so großer chemischer ꝛc. Wirksamkeit; augenblicklich oder vielmehr: im denkbar kleinsten Zeittheilchen, sind sie, einzeln genommen sehr klein und wenn gleich auch an den Endplatten und Poldrähten der nicht geschlossenen Volta'schen Batterie merklich groß, so entspricht diese Größe doch immer nur den Flächen dieser Endglieder und ist daher augenblicklich, z. B. gegen jeden Conduktor einer Elektrisirmaschine, der nach und nach, der Größe seiner Flächen entsprechend geladen wurde und dem solche Ladung gemäß der Isolation seiner Träger verblieb — stets noch klein zu nennen, auch bei der größten Volta'schen Batterie, deren erhöhte Wirksamkeit zunächst überhaupt nur bedingt erscheint: durch die Schnelligkeit, mit der die in ihr aufgeregten Elektricitäten wieder ausgeglichen werden, was eben so schnelle Erneuerung solcher Erregungen, damit aber beschleunigte und vermehrte Bethätigung ihrer nicht zur Ausgleichung gelangenden Endglieder zur Folge hat. Eine geschlossene Volta'sche Batterie wirkt elektrometrisch nicht stärker, wie nur eine der sie zusammensetzenden Ketten. Vermöchte man die Ladung der Conductoren der Elektrisirmaschine, oder der Belege der Leydener Flaschen nach jedesmaliger Entladung ebenso schnell zu erneuen, wie solches schon die schwächste zusammengesetzte galv. Kette gewährt, so würden auch deren Elektricitäten, gemäß der Beharrung (Trägheit) in gleichem Maaße nicht nur nach den ersten beiden Dimensionen, sondern auch nach der dritten, in die Tiefe der chemischen Verbindungen einwirken und daher nicht nur magnetisch-elektrischen, sondern zugleich auch chemischen Gegensatz in chemisch geschlossenen, mit dem Werthe von Volta's sog. Leitern zweiter Klasse tretenden Zusammensetzungen (in Elektrolythen S. 1168), damit aber deren Zersetzungen (S. 910) hervorgehen machen. Vermöchte man die Lane'sche Flasche (S. 1715) ohne sie jedesmal wieder zu entladen nach einander durch eine und dieselbe Volta'sche Batterie wiederholt zu laden, so würde man sie wahrscheinlich ebenso gut diesen Weges, als mittelst der Elektrisirmaschine zur Selbstentladung bringen können.

η) Dort wo vom Druck begleitetes Reiben schlechter Leiter in Zerreibung übergeht, z. B. beim Hutzucker, der zerschlagen stark (sehr wahrscheinlich hauptsächlich: elektrisch) im Dunkeln leuchtet, gesellt sich vermuthlich zur Elektricität der Reibung und des Druckes noch jene der Spaltung, und wie überall, wo Elektricität hervorgerufen wird, nie nur eine Art E entsteht, sondern stets (örtlich getrennt) beide E, + und — E zur Entwickelung gelangen, so auch bei jener Elektrisirung, welche nur durch Spaltung trockner, schlechter Leiter erzeugt wurde; wie denn z. B. ein Kartenblatt, und stärker ein Glimmerblatt, wenn man es,

ohne es leitend zu berühren, dadurch spaltet, daß man zuvor die entgegengesetzten Außenflächen mit angekitteten Glasstielen versah, und, diese ergreifend, es nun der Gegenfläche nach (blattweise) auseinanderreißt, an der Fläche des einen Spaltblattes +, an jener des andern —E darbietet, und wie aus gleichem Grunde in (Glas-) Form ausgegossener und dieser dann, nach dem Erkalten entzogener Schwefel (oben S. 1724), in ähnlicher Weise behandelter Talg, desgleichen Stearinsäure, Chocolate, verglaste Phosphorsäure an den Oberflächen +E, zeigen ꝛc., wenn sie zerbrochen werden. Ebenso sieht man jene Risse leuchten, welche geschmolzene, frisch verglaste Borsäure darbietet, wenn sie schnell erkaltet. Wahrscheinlich verhalten sich ähnlich alle schlechten, festen Leiter, bei denen sich, im Fall Zustandswechsel ihrer räumlichen Beschaffenheit vorangeht, oder folgt, auch noch von dieser Seite her, denen Spaltungs-Elektricitäten Erscheinungen der Vertheilungs-Elektricität zugesellen; oben S. 1723 Anm. Vor Allem dürfte hieher gehören das Leuchten werdender, vom Winde getriebener und mannigfacher Zertrümmerung ihrer Eisprismen unterliegender Eiswolken, z. B. jener, durch welche die Höfe um Sonne und Mond bedingt werden ꝛc., sowie die Erzeuger des (vom Polarlicht verschiedenen) Polarschimmers; oben S. 121 u. 128, so wie m. Meteorologie Bd. 2, S. 413, 508 und 613. In welchem Maaße übrigens geringe Antheile wässeriger Feuchtigkeit die Leitungsgüte schlechter Leiter beträchtlich zu steigern vermöge, haben neuere Beobachtungen und damit auch die Möglichkeit der Vertretung der Metalle in den Blitzableitern bestätigt; wenn jedoch Stroh und ähnliche Körper hierzu ausersehen werden (wie z. B. in Lapostolle's sog. Hagelableitern), so wird man vor Allem Einrichtungen zu treffen haben, die jene Nachtheile zu beseitigen vermögen, welche sie durch Wind und Wetter zu erleiden haben. Ueber Bildung elektrischer Funken so wie des Blitzes, oben S. 489 ff.; über zweckmäßige Einrichtungen der eigentlichen Blitzableiter, vergl. m. Handb. der Meteorologie II. 2 S. 485, 495—499 u. 539.*) Daß der Blitz ein elektrischer Funke sey, folgerte Winkler bereits 1746; Franklin (geb. zu Boston 1706, gest. 1790) 1747, kam aber (im Jahr 1752) durch diese Folgerung auf die Erfindung der Blitzableiter, der seiner Seits ein Jahr darauf die des sog. elektrischen Drachen folgte; a. a. O. S. 234.**) Der letztere, dessen Funken Cuthberson zwar klein,

*) Hagelbildung erfolgt im Sommer, nach sehr heißen Tagen: immer nur beim Ausbruch sehr schwerer Gewitter. Der Gewitter-Wind strömt stets dorthin, wo das Gewitter donnert. Der Donner scheint, als Erschütterung, wohlthätig zu wirken auf Pflanzenleben; s. S. 1720 und weiter oben: Erschütterungs-Elektricität.

**) Cardanus bemerkte, im Jahr 1583, elektrische Funken beim Streichen der Haare eines lebenden Menschen. Aus dem Conductor einer Elektrisirmaschine zog zuerst einen Funken ein Schüler Hausen's und Winkler's, der Studiosus theo-

aber sehr stechend (hierin also jenem des zweiten Conductor's der Maschine ähnlich) fand, ist den Papierdrachen der Knaben ähnlich, jedoch mit metallenen Leitern (sog. Einsaugern und Schnüren oder Drähten) versehen und dient zum Untersuchen der elektrischen Beschaffenheit hoher Luftschichten und in Gebirgsgegenden: Der Wolken (S. 433 ff.); für niedere Luftschichten ersetzt ihn Volta's meteorologischer Wanderstab, d. i. ein hohler, hölzerner Stock, in den durch Zusammenschrauben vereinigungsfähige Stahldrähte (besser verkupferte) stecken, die, herausgenommen auf den Stock geschraubt und mit der, in dessen hohlem Knopf aufbewahrten, laternenartigen Vorrichtung dergestalt verbunden werden können, daß die Flamme der in dieser Vorrichtung befindlichen und angezündeten kleinen Kerze, durch sog. Elektricitäts-Einsaugung, der Spitze des obersten Stahldrahtes die (von Verbrennungs-Elektricität begleitete) Luftelektricität und dadurch dem neben dem Stabe befindlichen Elektrometer zuführt. Der elektrische Drache darf übrigens nicht bei Gewittern verwendet werden, weil er zu solcher Zeit dem Experimentator lebensgefährlich werden kann (Richman wurde in Petersburg, bei Versuchen über die Luftelektricität vom Blitze des Zuleiters getödtet.) Ueber Zersetzungen chemischer Verbindungen durch Luft-Elektricität vergl. m. Arch. XXIII, 278. Ueber das Verhältniß des Blitzes zur Luft (und damit über die von Mehreren vermuthete Entstehung desselben durch Zusammendruck der Luft) und der Luft zur Entstehung des Blitzes, seiner Zickzack-Bewegung, ꝛc. über Wetterleuchten und verwandte Erscheinungen s. oben S. 326 Anm. 327, 489 ff. Ueber die durch den elektrischen Funken und durch den Blitz vermittelbaren chemischen Verbindungen und dadurch bewirkungsfähigen Zersetzungen solcher Verbindungen s. oben S. 435, 488, 495 Anm. und über den Antheil, den die Elektricität bei sog. Selbstentzündungen, sowie beim gewöhnlichen Zünden des Schießpulvers

---

logiae Joh. Andreas Holweg, den der damalige sächsische Minister, Graf v. Manteufel, mit einer nach Winkler's Vorschrift gefertigten, gläsernen cylindrischen Elektrisirmaschine nach Gotha sandte, um dem damaligen Herzoge von Gotha und dessen Hof die Eigenschaften derselben durch Versuche zu veranschaulichen. Holweg verblieb zwei Monate hindurch auf dem Schlosse zu Gotha, während derselben alle damals bekannten elektrischen Versuche vor einer grosen Anzahl Gebildeter Gotha's, mit glücklichem Erfolge durchführend und sie durch eigene neue, wie jene obigen, erweiternd. Der Feldmedicus Dr. Ludolph zündete zu Berlin, und Winkler in Leipzig im Jahr 1744 mittelst des elektrischen Funkens Aether (damals genannt: Quinta Essentia vegetabilis) und Weingeist an (Gralath in Danzig den Rauch einer brennenden Kerze (wie zu unseren Zeiten Döbler gleichzeitig die verkohlten Dochte mehrerer Kerzen), Bose den Rauch des stark erhitzten Schiesspulvers, Winkler krümmte, durch die Elektricität einer stark elektrisirten eisenblechernen Röhre, den aus einem Heber über die Röhre hinfahrenden Wasserstral, ließ den Conductor der Maschine durch lebende Menschen vertreten, stellte mehrere hieher gehörige Elektrisirungsversuche an und prüfte das Verhalten der Elektricität im luftverdünnten Raume, sowie die Leitungsgeschwindigkeit der Leiter ꝛc.

hat, s. S. 484 und 489 ff. Um es durch den elektrischen Funken anzuzünden, muß man einen unvollkommen elektrischen Leiter, z. B. eine Glasröhre mit Wasser, eine Luftblase ꝛc. mit in den Verbindungskreis bringen; oben S. 488. Ueber mögliche Ladung der Kanonen mit Wasser und Abfeuerung durch Elektricität, S. 491. Ueber Verknallung der Knall-Metalle durch äußerst geringe gleichnamige Elektrisirung, S. 491—492. Ueber den mehrerwähnten sog. Amsterdamer Versuch, sowie über mehrere, mit derselben dort benützten Elektrisirmaschine bewirkte Zersetzungen (der SO_3, AO_5) vergl. Journ. de Physique. Nov. 1789 p. 369 ff. ꝛc. (über Azotsäure-Bildung durch elektrische Funken, wie durch Blitz, s. auch S. 157 u. 490.*) Ueber das Steigen eines der sog. Zuströmung der Elektricität ausgesetzten, mit Blattsilber oder Stanniol umlegten und dadurch einer Leydener Flasche ähnlich gewordenen Mercur-Thermometers, s. oben S. 489. Nicht nur bemerkt man mehr oder weniger lebhaftes elektrisches Leuchten zu Zeiten starker Luftelektricität an nicht ganz luftleeren Barometern, sondern auch, wenn man in die Torricellische Röhre wenig Luft einläßt, nachdem man das Merkur des kürzeren Schenkels mit einem elektrisirten Conductor in Verbindung gebracht hatte (da sich dann, im Dunkeln bemerkbar die Leuchtung verbreitet: wie die in die sog. Leere eintretende Luft) und noch lichtvoller: wenn man in eine verschlossene Glasröhre, deren Luft zuvor mittelst der Luftpumpe ziemlich stark verdünnt worden, durch einen isolirend eingefügten, in nicht zu scharfe Spitzen, besser in stumpfe Drahtenden auslaufenden metallenen Leiter, Elektricität dadurch, wie man zu sagen pflegt: einströmen läßt, daß man das äußere Ende des Leiters (bei Vermeidung jeder ableitenden Berührung) mit einem elektrisirten Conductor in leitende Verbindung bringt, und ebenso: wenn eine, etwas Mercur (also einen guten, leicht beweglichen Leiter) enthaltende, vor ihrer Zuschmelzung mäßig

*) Diese und ähnliche Versuche gelingen am leichtesten, sowohl bei Verwendung der Maschinen-, als der Magneto-Elektricität, wenn man zur Einleitung der E in die zu zersetzende Flüssigkeit entweder äußerst dünne und feinspitzig endende Metalldrähte wählt, oder, bestanden diese aus Platin, sie am + E-Draht oder der positiven Elektrode (oder Anode; S. 1168) mit frisch bereitetem Platinschwamm bedeckt, den — E-Draht dagegen am zugewendeten Ende abrundet. Enthält jedoch die zu zersetzende Flüssigkeit Chlor-Verbindungen, so läßt man Platindrähte wie Platinschwamm durch vollkommen verkohlte Lindenholz-Cylinderchen vertreten, wobei man den zur Anode bestimmten, am Ende mittelst einer Feile rissig gemacht, den zur Kathode gewählten dagegen glatt abgerieben hatte. Wilke entzündete, schon im Jahr 1767, mittelst eines elektrischen Funkens Phosphor, und Cadet und Brisson prüften zuerst (im Jahr 1775) das Verhalten verschiedener Erzmetalloxyde zu dem Entladungsfunken der elektrischen Batterie. — Die ersten Versuche über das Verhalten der Guericke'schen Leere zur sog. einströmenden Elektricität stellte Hawksbee an; spätere Versuche der Art führten durch: Henley, Muschenbrock, Morgan, Candi, Walsh, Erman, Hildebrandt, Voigt; (vergl. m. Grundr. der Experimentalphys. 1. 463 und 475) Dessaignes u. Andere).

erhitzte, und dadurch mit verdünnter Luft erfüllte Glasröhre, dem innern vom Mercur berührten Theile nach, mit dessen Außenflächen einem elektrisirten Conductor genähert wird. *) Hatte man im ersteren Fall den mit verdünnter Luft erfüllten Glascylinder, statt der einen Zuleitung mit zwei innen an den beiden Cylinder- oder Röhren-Enden, einander gegenüber befestigten metallenen Kugeln versehen, von denen eine mit dem ersten, die andere mit dem zweiten (d. i. dem Reibzeugs-) Conductor der in geringer Elektrisirung begriffenen Elektrisirmaschine in leitende Verbindung gesetzt werden, so sieht man im Dunkeln, wie das Beccaria zuerst beobachtete, nur an der Kugel des ersten Conductors eine leuchtende Atmosphäre, die sich von hier aus zu der entgegengesetzten Kugel verbreitet, aber weder Ersteres noch Letzteres an und bei der entgegengesetzten Kugel. Franklin betrachtete diesen Versuch als einen, für seine Ansicht (oben S. 424) entscheidenden; wenigstens scheint er darzuthun, daß jener Stralenbüschel, den der mehrendige Leiter des ersten Conductors, in der mit verdünnter Luft erfüllten Röhre, für sich erzeugt, nicht von dem — E dieser Luft herrührt. Aus denen zuvor, in der untern Anm. gedachten, hieher gehörigen Versuchen gieng übrigens hervor: a) daß die Luft der Guerike'schen Leere (und ebenso jedes andere verdünnte, luftige Gas) leuchtende Verbreitung des sog. elektrischen Stromes gestatte, während das Dampfige, bis fast zur vollkommenen Widerstandslosigkeit ausgedehnte Mercurgas der Torricelli'schen Leere nicht nur keine Verbreitung des elektrischen Stromes bewirke, sondern vielmehr dessen Verdichtung zum Funken vermittele; b) daß nach Dessaignes (Gilbert's Ann. XLVIII. 40 ff., vergl. auch m. Grundr. a. a. O. 474 ff.) die elektrische Beschaffenheit der Erdatmosphäre auf jene Verbreitung und dadurch auf die damit verknüpfte Leuchtung der verdünnten (vor

*) Hieher gehören die sog. elektrischen Schlangen und Franklin'schen sog. Blitzröhren, welche, Meineke's Vorschlag gemäß (m. Grundr. der Experimentalphysik, I. 476) vielleicht zu gefahrlosen Grubenbeleuchtungen verwendbar seyn dürften? Zu verwechseln sind indessen mit dem letztern nicht die eigentlichen, durch Einschlagen des Blitzes in den Sandboden gebildeten, oft ungemein tief (gegen 80 Fuß) und seitlich (gegen 20 Fuß) weit reichenden, mannigfach gebogenen, meistens hohlen, aus geschmolzenem Sande bestehenden Blitzröhren oder Quarz-Fulguriten. Es scheinen übrigens die Stellen, an welchen man dergleichen Röhren fand und nachgrabend verfolgte, Leiter, welche den schmelzbaren Sand (Mergel rc.) an Leitungsgüte beträchtlich übertreffen, zur Unterlage zu haben (z. B. Braunkohle, Sumpfeisenerze rc.), manchmal vielleicht auch in den Tiefen (unterirdisch) fließendes Wasser, und dürften auch in dieser Hinsicht weiterer Verfolgung werth seyn. Neuere Physiker leiteten das Zünden des Blitzes von der durch starke Pressung erzeugten Hitze der Luft ab; daß der sog. kalte Schlag nur dort stattfindet, wo örtliche Elektricitäts-Entladung des Bodens dem Wolken-Blitze nicht in dem von dem Schlage getroffenen Körper, sondern außerhalb desselben entgegenkommt, verträgt sich auch mit jener hinsichtlich der Zündung des Blitzes beigebrachten Annahme.

der Verdünnung als Theil der Erdatmosphäre zugehörigen) Luft wesentlichen Einfluß übe (was auch vom Leuchten des Barometers, der sog. elektrischen Schlange rc. gilt) indem bei starker elektrischer Spannung der Erdatmosphäre die Luftverdünnung beträchtlich weiter getrieben werden könne, bevor die Leuchtungsverbreitung in ihr zum Erlöschen komme, als dieses bei schwacher Spannung der Fall sey; c) daß im letzteren Falle, wenn die elektrische Spannung der Außenluft sich kaum merkbar zeige, die Verdichtung der in der G.'schen Leere befindlichen Luft die Leuchtungsstärke nicht vergrößere, sondern vielmehr mindere; so daß, wenn hiedurch die Luft 1/3 so dicht, als die Außenluft werde, jenes Leuchten gänzlich aufhöre; bei eintretender voriger Verdünnung aber mit voriger Stärke wieder hervorgehe; d) daß sehr weit getriebene Verdünnung wirke wie diese Verdichtung; *) e) daß an Tagen großer elektrischer Spannung der Erdatmosphäre die Leuchtungsstärke größer sey in gasiger Carbonsäure, als im gasigen Oxygen, und in diesem wieder größer, als im Azot- und Hydrogen-Gase, demohngeachtet aber f) beim Verdünnen, wie beim Verdichten eher in den an sich dichteren, als in den dünneren Gasen erlösche. Henley's hieher gehörige Versuche wurden zum Theil mittelst einer G.'schen Leere durchgeführt, welche den Innenraum einer Leydener Flasche bildete; also hergestellte, mit verdünnter Luft erfüllte Räume nannte man sonst: Kleistische Leere oder Leydener Vacuum. H. experimirte übrigens auch mit sog. luftleeren Leitern; nämlich mit: verdünnte Luft enthaltenden Glasröhren, durch deren Enden eingeschmolzene Drähte so hineinreichten, daß zwischen beiden Drähten in der Röhre noch beträchtlicher Luftraum blieb. Die inneren Enden dieser Drähte waren mit Knöpfchen versehen worden; das sich zwischen diesen, bei Annäherung ihrer Außenenden an den ersten Conductor verbreitende elektrische Licht war weiß, wurde aber farbig, sobald die Luft in der Röhre mehr verdichtet worden. Gasige Carbonsäure verhält sich hiebei, wie atmosphärische Luft, was zugleich darthut: daß es sich bei diesem Lichtentwickeln von keiner Verbrennung handeln kann. Spätere Versuche Hildebrandt's (Schweigger's Journ. I. 237 und XI. 437) zeigten ebenfalls, daß die Färbung des sog. Funkenlichtes (das zwischen beiden

*) D. brachte in die G.'sche Leere ein Elektrometer und leitete die Elektricität des Conductors durch einen, innerhalb der Leere scharf gespitzten Metalldraht; die Spitze dieses Drahtes zeigte so lange einen Leuchtpunct, als die Elektrometerkügelchen in Folge nicht zu weit getriebener Luftverdünnung noch aus einander bewegt wurden. Das Reibzeug der hiezu benutzten Cylindermaschine leuchtete hiebei nicht seiner Fläche nach, sondern zeigte nur an einzelnen Stellen leuchtende Stralenbüschel; sobald die Kügelchen nicht mehr aus einander getrieben wurden, schwanden auch diese Stralenbüschel und statt derselben zeigte sich zwischen dem Reibzeug und dem Glascylinder ein Schein (wie ihn auch Winkler bemerkt hatte), der am stärksten merkbar wurde, wenn die elektrische Spannung der Erdatmosphäre am schwächsten war.

Peltier bemerkte letzteres spurenweise auch an der Berührungsstelle thermoelektrischer Metalle, „wenn in einer bestimmten Richtung ein elektrischer Strom durch sie geht“; Neeff. a. a. O. S. 12. Daß übrigens hydroelektrisch erzeugte Elektricität nicht wesentlich von der Reibungs-Elektricität abweicht, zeigen außer den zum Theil schon erwähnten hieher gehörigen Versuchen (z. B. der mehr gedachte Amsterdamer Versuch, die Erzeugung der Lichtenberg'schen Figuren durch Vermittlung der Volta'schen Batterie ꝛc.) unter andern folgende Verhalten der Volta'schen Batterie unzweifelhaft: *) Singer's Batterie, errichtet aus 400 Paaren Zink-Kupfer-Platten, indem jede Einzelplatte 4 Würfelzoll Fläche darbot, und im gefächerten Troge zwischengeschichtet nicht mit gut leitendem gesalzenen oder noch wirksamer: angesäuertem Wasser, sondern nur mit Flußwasser, setzte in den Stand eine elektrische Batterie, in solchem Maaße zu laden, daß derselben Funken entzogen werden konnten, welche Phosphor schmolzen und (dadurch) entzündeten, Knallmerkur zur Verpuffung brachten ꝛc., was Children nicht vermochte mit einer Volta'schen Batterie, deren 20 Zink- und 40 Kupferplatten 6 englische Fuß lang und 1 Fuß 8 Zoll breit waren, und denen man (im Troge) ein Gemisch von 1/4 Azot- und Schwefelsäure nebst 30/40 Wasser zwischengeschichtet hatte. Dagegen wurde aber (mittelst der Poldrähte dieser Batterie) ein die Schließung derselben bewirkender Platindraht von 5½ Fuß Länge und 0,11 Zoll Dicke in lebhaftes Glühen, und Irid geschmolzen, wie

---

den, daher über hiebei erfolgte ungleichfarbige Lichterregung im Auge (blaue und rothe; je nachdem man das Auge als Fortsetzung des — E- oder + E-Pol in Anspruch nahm), ungleich hohe Tönung im Ohr; Drang zum Niesen und Ammoniak-Geruch, wenn die innere Nasenfläche als Fortsetzung des — E Pol, Abstumpfung und Hemmung jenes Dranges, so wie säuerlicher Gusse, wenn sie als + E Pol dient; alkalisch-bitterer Geschmack, wenn die Zunge den negativen, widrig metallartig saurer, wenn sie den positiven Pol berührend die Kette schließt, s. ebend. S. 94; über die ähnlichen, aber schwächeren Wirkungen einfacher galvanischer Ketten S. 53. Ueber die durch einfache und stärkere zusammengesetzte Ketten erzeugbaren Wechsel von krampfhafter Zusammenziehung und Streckung der Muskeln der Menschen, so wie lebender wie getödteter Thiere aller Klassen, dann über die Verwendung der Muskeln und Nerven als Erreger des elektrischen Gegensatzes und in dieser Hinsicht: als Vertreter der, in der gewöhnlichen, einfachen, aus 2 Metallen und wässeriger Flüssigkeit bestehenden galvanischen Kette; ebendas. S. 53 ff. und 68. Ueber hieher gehörige Versuche mit lebenden Pflanzen s. Ritter's briefliche Mittheilung an den Verf. des Grundr., a. a. O. S. 72 ff. daselbst; über Nasse's und Anderer hieher gehörige Versuche; ebendas. S. 73.

*) A. a. O. S. 96 ff., 97, 102 u. 103. Ueber Singer's und Children's weiterhin erwähnte Versuche a. a. O. S. 139—140. Um die elektrische Spannung einfacher galvanischer Ketten möglichst sichtbar zu machen, bediene ich mich gewöhnlich einer Kette aus einem Zink-Kupfer-Plattenpaar und mit verdünnter Schwefelsäure oder dergleichen Hydrochlorsäure gefeuchteter Pappe; es braucht die Kette nicht über 1 Geviertzoll Plattenfläche darzubieten, um auf das Messingschildchen eines gläsernen Drehwagebalkens, von 12 Zoll Gesammtlänge merklich anziehend und abstoßend zu wirken, gleichgültig, ob ich dabei beide Metalle, sammt der Pappe in der Hand halte, oder ob ich sie isolirt dem Schildchen nähere.

denn auch in Hare's hieher gehörigen Versuchen mit 80 Gliedern seiner Deflagrator genannten Volta'schen Batterie*) nicht nur Kohle unter lebhaftestem, dem Auge unerträglich glänzendem Licht verbrannte, sondern sie auch, am Zinkpole der Batterie (verbrannt) zur glasartigen Masse schmolz, und Humphry Davy mit jenem grossartigen Trogapparate, mit welchem ihm die metallische Herstellung des Kali zu K und des NaO zu Na gelungen war, **) die Kohle im luftleeren Raume zum lebhaft glänzenden Leuchten brachte, und nicht nur Quarz, sondern auch Kalk schmolz. Uebrigens kann man die größte elektrische Batterie, entsprechend der ganzen Wirksamkeit der hierbei zu verwendenden Volta'schen Batterie laden, wenn man den einen der Poldrähte dieser letztern mit dem inneren, den anderen mit dem äußeren Beleg der ersteren in leitende Verbindung setzt. Verbindet man den einen Pol der zusammengesetzten (wie der einfachen) Kette mit der Erde, so wächst dadurch die elektrische Spannung am entgegengesetzten Pol, und läßt sich nun elektrometrisch wahrnehmbar machen; vergl. S. 1709 ff.

ζ) Die größere chemische etc. Wirksamkeit der hydroelektrisch erregten Elektricität leitet man von ihrer verhältlich großen Menge ab (die mit der Größe der Gegenflächen ihrer Glieder und chemischen Wirksamkeit ihres feuchten Leiters im Verhältniß steht), die geringe Spannung galvanischer Ketten aber von zwischen ihren Gliedern andauernd eintretender Ausgleichung ihrer Elektricitäten; ausgeglichene Elektricitäten können nun freilich keine Spannung mehr äußern, sie können aber auch nicht mehr anderweit (z. B. nicht mehr chemisch etc.)

*) Hare bog anfänglich Zink- und Kupfer-Platten spiralförmig zusammen und tauchte sie dann in gute, wohlgesäuerte flüssige Leiter; der heftigen Erhitzung wegen, welche die Schließung dieser Batterie an den Poldrähten darbot, nannte er sie Calorimotor; späterhin ließ er die 7 Zoll langen und 3 Zoll breiten Metallplatten ungebogen, festigte sie durch unten und oben offene kupferne Hälse mittelst Holzstäbchen, schob in den gefächerten die gesäuerte Flüssigkeit enthaltenden Trog, zwischen je zwei Plattenpaare eine gefirnißte Pappscheibe, und nannte nun die Vorrichtung Deflagrator. Ein aus 250 Plattenpaaren zusammengesetzter gab beim Schließen gegen 1 Zoll lange und so lebhaft leuchtende Funken, daß deren Beschauung Augen-Entzündung verursachte. BaO wurde dadurch reducirt, aber sogleich wieder verbrannt. Pt-Draht schmolz augenblicklich, Stahldraht verbrannte unter Verpuffungen und Kohle, fing an zu schmelzen. Als Silliman den Deflagrator mit einer Volta'schen Säule verband, erfolgte gegenseitige Erschöpfung, wie S. meint: weil die Volta'sche Batterie schlechter leitete (isolirte), muthmaßlich weil sie in jenen Zustand versetzt wurde, den Faraday den elektrotomischen nannte (Poggendorff's Ann. XXV. 110 ff.), der zum Theil jenem ähnelt, welchen der Verf. dieses Handbuches durch Siderismus bezeichnet; m. Grundz. II. 410 ff. und 328—329. Das lebhafte Leuchten der in Kohle endenden Poldrähte sehr wirksamer zusammengesetzter galv. Ketten, führte vor einigen Jahren zu dem Vorschlage: solchen Weges Leuchtthürme, Gassen etc. zu beleuchten; eine Beleuchtungsweise, die jedoch wahrscheinlich jedenfalls zu kostspielig werden dürfte.

**) Im Sommer 1814 sah ich diese mit ihren Trögen den Flächenraum eines großen Zimmers bedeckende sog. Riesen-Batterie, deren Platten jedoch sehr stark gelitten hatten.

sich wirksam bezeugen, weil sie zu OE ausgeglichen sind. Allerdings bilden diese sog. Mengen den Hauptunterschied zwischen den Hydroelektrisirungen und den Reibungselektrisirungen, allein diese Mengen gelangen erst bei vorhandenem Widerstande zu verhältlich so großer chemischer rc. Wirksamkeit; augenblicklich oder vielmehr: im denkbar kleinsten Zeittheilchen, sind sie, einzeln genommen sehr klein und wenn gleich auch an den Endplatten und Polbrähten der nicht geschlossenen Volta'schen Batterie merklich groß, so entspricht diese Größe doch immer nur den Flächen dieser Endglieder und ist daher augenblicklich, z. B. gegen jeden Conduktor einer Elektrisirmaschine, der nach und nach, der Größe seiner Flächen entsprechend geladen wurde und dem solche Ladung gemäß der Isolation seiner Träger verblieb — stets noch klein zu nennen, auch bei der größten Volta'schen Batterie, deren erhöhte Wirksamkeit zunächst überhaupt nur bedingt erscheint: durch die Schnelligkeit, mit der die in ihr aufgeregten Elektricitäten wieder ausgeglichen werden, was eben so schnelle Erneuerung solcher Erregungen, damit aber beschleunigte und vermehrte Bethätigung ihrer nicht zur Ausgleichung gelangenden Endglieder zur Folge hat. Eine geschlossene Volta'sche Batterie wirkt elektrometrisch nicht stärker, wie nur eine der sie zusammensetzenden Ketten. Vermöchte man die Ladung der Conductoren der Elektrisirmaschine, oder der Belege der Leydener Flaschen nach jedesmaliger Entladung ebenso schnell zu erneuen, wie solches schon die schwächste zusammengesetzte galv. Kette gewährt, so würden auch deren Elektricitäten, gemäß der Beharrung (Trägheit) in gleichem Maaße nicht nur nach den ersten beiden Dimensionen, sondern auch nach der dritten, in die Tiefe der chemischen Verbindungen einwirken und daher nicht nur magnetisch-elektrischen, sondern zugleich auch chemischen Gegensatz in chemisch geschlossenen, mit dem Werthe von Volta's sog. Leitern zweiter Klasse tretenden Zusammensetzungen (in Elektrolythen S. 1168), damit aber deren Zersetzungen (S. 910) hervorgehen machen. Vermöchte man die Lane'sche Flasche (S. 1715) ohne sie jedesmal wieder zu entladen nach einander durch eine und dieselbe Volta'sche Batterie wiederholt zu laden, so würde man sie wahrscheinlich ebenso gut diesen Weges, als mittelst der Elektrisirmaschine zur Selbstentladung bringen können.

η) Dort wo vom Druck begleitetes Reiben schlechter Leiter in Zerreibung übergeht, z. B. beim Hutzucker, der zerschlagen stark (sehr wahrscheinlich hauptsächlich: elektrisch) im Dunkeln leuchtet, gesellt sich vermuthlich zur Elektricität der Reibung und des Druckes noch jene der Spaltung, und wie überall, wo Elektricität hervorgerufen wird, nie nur eine Art E entsteht, sondern stets (örtlich getrennt) beide E, + und — E zur Entwickelung gelangen, so auch bei jener Elektrisirung, welche nur durch Spaltung trockener, schlechter Leiter erzeugt wurde; wie denn z. B. ein Kartenblatt, und stärker ein Glimmerblatt, wenn man es,

ohne es leitend zu berühren, dadurch spaltet, daß man zuvor die entgegengesetzten Außenflächen mit angekitteten Glasstielen versah, und, diese ergreifend, es nun der Gegenfläche nach (blattweise) auseinanderreißt, an der Fläche des einen Spaltblattes +, an jener des andern — E darbietet, und wie aus gleichem Grunde in (Glas-) Form ausgegossener und dieser dann, nach dem Erkalten entzogener Schwefel (oben S. 1724), in ähnlicher Weise behandelter Talg, desgleichen Stearinsäure, Chocolate, verglaste Phosphorsäure an den Oberflächen + E, zeigen ꝛc., wenn sie zerbrochen werden. Ebenso sieht man jene Risse leuchten, welche geschmolzene, frisch verglaste Borsäure darbietet, wenn sie schnell erkaltet. Wahrscheinlich verhalten sich ähnlich alle schlechten, festen Leiter, bei denen sich, im Fall Zustandswechsel ihrer räumlichen Beschaffenheit vorangeht, oder folgt, auch noch von dieser Seite her, denen Spaltungs-Elektricitäten Erscheinungen der Vertheilungs-Elektricität zugesellen; oben S. 1723 Anm. Vor Allem dürfte hieher gehören das Leuchten werdender, vom Winde getriebener und mannigfacher Zertrümmerung ihrer Eisprismen unterliegender Eiswolken, z. B. jener, durch welche die Höfe um Sonne und Mond bedingt werden ꝛc., sowie die Erzeuger des (vom Polarlicht verschiedenen) Polarschimmers; oben S. 121 u. 128, so wie m. Meteorologie Bd. 2, S. 413, 508 und 613. In welchem Maaße übrigens geringe Antheile wässeriger Feuchtigkeit die Leitungsgüte schlechter Leiter beträchtlich zu steigern vermöge, haben neuere Beobachtungen und damit auch die Möglichkeit der Vertretung der Metalle in den Blitzableitern bestätigt; wenn jedoch Stroh und ähnliche Körper hierzu auserſehen werden (wie z. B. in Lapostolle's sog. Hagelableitern), so wird man vor Allem Einrichtungen zu treffen haben, die jene Nachtheile zu beseitigen vermögen, welche sie durch Wind und Wetter zu erleiden haben. Ueber Bildung elektrischer Funken so wie des Blitzes, oben S. 489 ff.; über zweckmäßige Einrichtungen der eigentlichen Blitzableiter, vergl. m. Handb. der Meteorologie II. 2 S. 485, 495—499 u. 539.*) Daß der Blitz ein elektrischer Funke sey, folgerte Winkler bereits 1746; Franklin (geb. zu Boston 1706, gest. 1790) 1747, kam aber (im Jahr 1752) durch diese Folgerung auf die Erfindung der Blitzableiter, der seiner Seits ein Jahr darauf die des sog. elektrischen Drachen folgte; a. a. O. S. 234.**) Der letztere, dessen Funken Cuthberson zwar klein,

*) Hagelbildung erfolgt im Sommer, nach sehr heißen Tagen: immer nur beim Ausbruch sehr schwerer Gewitter. Der Gewitter-Wind strömt stets dorthin, wo das Gewitter donnert. Der Donner scheint, als Erschütterung, wohlthätig zu wirken auf Pflanzenleben; s. S. 1720 und weiter oben: Erschütterungs-Elektricität.

**) Cardanus bemerkte, im Jahr 1583, elektrische Funken beim Streichen der Haare eines lebenden Menschen. Aus dem Conductor einer Elektrisirmaschine zog zuerst einen Funken ein Schüler Hausen's und Winkler's, der Studiosus theo-

aber sehr stechend (hierin also jenem des zweiten Conductor's der Maschine ähnlich) fand, ist den Papierdrachen der Knaben ähnlich, jedoch mit metallenen Leitern (sog. Einsaugern und Schnüren oder Drähten) versehen und dient zum Untersuchen der elektrischen Beschaffenheit hoher Luftschichten und in Gebirgsgegenden: Der Wolken (S. 433 ff.); für niedere Luftschichten ersetzt ihn Volta's meteorologischer Wanderstab, d. i. ein hohler, hölzerner Stock, in den durch Zusammenschrauben vereinigungsfähige Stahldrähte (besser verkupferte) stecken, die, herausgenommen auf den Stock geschraubt und mit der, in dessen hohlem Knopf aufbewahrten, laternenartigen Vorrichtung dergestalt verbunden werden können, daß die Flamme der in dieser Vorrichtung befindlichen und angezündeten kleinen Kerze, durch sog. Elektricitäts-Einsaugung, der Spitze des obersten Stahldrahtes die (von Verbrennungs-Elektricität begleitete) Luftelektricität und dadurch dem neben dem Stabe befindlichen Elektrometer zuführt. Der elektrische Drache darf übrigens nicht bei Gewittern verwendet werden, weil er zu solcher Zeit dem Experimentator lebensgefährlich werden kann (Richman wurde in Petersburg, bei Versuchen über die Luftelektricität vom Blitze des Zuleiters getödtet.) Ueber Zersetzungen chemischer Verbindungen durch Luft-Elektricität vergl. m. Arch. XXIII, 278. Ueber das Verhältniß des Blitzes zur Luft (und damit über die von Mehreren vermuthete Entstehung desselben durch Zusammendruck der Luft) und der Luft zur Entstehung des Blitzes, seiner Zickzack-Bewegung, ꝛc. über Wetterleuchten und verwandte Erscheinungen s. oben S. 326 Anm. 327, 489 ff. Ueber die durch den elektrischen Funken und durch den Blitz vermittelbaren chemischen Verbindungen und dadurch bewirkungsfähigen Zersetzungen solcher Verbindungen s. oben S. 435, 488, 495 Anm. und über den Antheil, den die Elektricität bei sog. Selbstentzündungen, sowie beim gewöhnlichen Zünden des Schießpulvers

---

logiae Joh. Andreas Holweg, den der damalige sächsische Minister, Graf v. Manteufel, mit einer nach Winkler's Vorschrift gefertigten, gläsernen cylindrischen Elektrisirmaschine nach Gotha sandte, um dem damaligen Herzoge von Gotha und dessen Hof die Eigenschaften derselben durch Versuche zu veranschaulichen. Holweg verblieb zwei Monate hindurch auf dem Schlosse zu Gotha, während derselben alle damals bekannten elektrischen Versuche vor einer grossen Anzahl Gebildeter Gotha's, mit glücklichem Erfolge durchführend und sie durch eigene neue, wie jene obigen, erweiternd. Der Feldmedicus Dr. Ludolph zündete zu Berlin, und Winkler in Leipzig im Jahr 1744 mittelst des elektrischen Funkens Aether (damals genannt: Quinta Essentia vegetabilis) und Weingeist an (Gralath in Danzig den Rauch einer brennenden Kerze (wie zu unseren Zeiten Döbler gleichzeitig die verkohlten Dochte mehrerer Kerzen), Bose den Rauch des stark erhitzten Schießpulvers, Winkler krümmte, durch die Elektricität einer stark elektrisirten eisenblechernen Röhre, den aus einem Heber über die Röhre hinfahrenden Wasserstral, ließ den Conductor der Maschine durch lebende Menschen vertreten, stellte mehrere hieher gehörige Elektrisirungsversuche an und prüfte das Verhalten der Elektricität im luftverdünnten Raume, sowie die Leitungsgeschwindigkeit der Leiter ꝛc.

hat, s. S. 484 und 489 ff. Um es durch den elektrischen Funken anzuzünden, muß man einen unvollkommen elektrischen Leiter, z. B. eine Glasröhre mit Wasser, eine Luftblase ꝛc. mit in den Verbindungskreis bringen; oben S. 488. Ueber mögliche Ladung der Kanonen mit Wasser und Abfeuerung durch Elektricität, S. 491. Ueber Verknallung der Knall-Metalle durch äußerst geringe gleichnamige Elektrisirung, S. 491—492. Ueber den mehrerwähnten sog. Amsterdamer Versuch, sowie über mehrere, mit derselben dort benützten Elektrisirmaschine bewirkte Zersetzungen (der SO_3, AO_5) vergl. Journ. de Physique. Nov. 1789 p. 369 ff. ꝛc. (über Azotsäure-Bildung durch elektrische Funken, wie durch Blitz, s. auch S. 157 u. 490.*) Ueber das Steigen eines der sog. Zuströmung der Elektricität ausgesetzten, mit Blattsilber oder Stanniol umlegten und dadurch einer Leydener Flasche ähnlich gewordenen Mercur-Thermometers, s. oben S. 489. Nicht nur bemerkt man mehr oder weniger lebhaftes elektrisches Leuchten zu Zeiten starker Luftelektricität an nicht ganz luftleeren Barometern, sondern auch, wenn man in die Torricellische Röhre wenig Luft einläßt, nachdem man das Merkur des kürzeren Schenkels mit einem elektrisirten Conductor in Verbindung gebracht hatte (da sich dann, im Dunkeln bemerkbar die Leuchtung verbreitet: wie die in die sog. Leere eintretende Luft) und noch lichtvoller: wenn man in eine verschlossene Glasröhre, deren Luft zuvor mittelst der Luftpumpe ziemlich stark verdünnt worden, durch einen isolirend eingefügten, in nicht zu scharfe Spitzen, besser in stumpfe Drahtenden auslaufenden metallenen Leiter, Elektricität dadurch, wie man zu sagen pflegt: einströmen läßt, daß man das äußere Ende des Leiters (bei Vermeidung jeder ableitenden Berührung) mit einem elektrisirten Conductor in leitende Verbindung bringt, und ebenso: wenn eine, etwas Mercur (also einen guten, leicht beweglichen Leiter) enthaltende, vor ihrer Zuschmelzung mäßig

---

*) Diese und ähnliche Versuche gelingen am leichtesten, sowohl bei Verwendung der Maschinen-, als der Magneto-Elektricität, wenn man zur Einleitung der E in die zu zersetzende Flüssigkeit entweder äußerst dünne und feinspitzig endende Metalldrähte wählt, oder, bestanden diese aus Platin, sie am + E-Draht oder der positiven Elektrode (oder Anode; S. 1168) mit frisch bereitetem Platinschwamm bedeckt, den — E-Draht dagegen am zugewendeten Ende abrundet. Enthält jedoch die zu zersetzende Flüssigkeit Chlor-Verbindungen, so läßt man Platindrähte wie Platinschwamm durch vollkommen verkohlte Lindenholz-Cylinderchen vertreten, wobei man den zur Anode bestimmten, am Ende mittelst einer Feile rissig gemacht, den zur Kathode gewählten dagegen glatt abgerieben hatte. Wilke entzündete, schon im Jahr 1767, mittelst eines elektrischen Funkens Phosphor, und Cadet und Brisson prüften zuerst (im Jahr 1775) das Verhalten verschiedener Erzmetalloxyde zu dem Entladungsfunken der elektrischen Batterie. — Die ersten Versuche über das Verhalten der Guericke'schen Leere zur sog. einströmenden Elektricität stellte Hawksbee an; spätere Versuche der Art führten durch: Henley, Muschenbrock, Morgan, Candi, Walsh, Erman, Hildebrandt, Voigt; (vergl. m. Grundr. der Experimentalphys. I. 463 und 475) Dessaignes u. Andere).

erhitzte, und dadurch mit verdünnter Luft erfüllte Glasröhre, dem innern vom Mercur berührten Theile nach, mit dessen Außenflächen einem elektrisirten Conductor genähert wird. *) Hatte man im ersteren Fall den mit verdünnter Luft erfüllten Glascylinder, statt der einen Zuleitung mit zwei innen an den beiden Cylinder- oder Röhren-Enden, einander gegenüber befestigten metallenen Kugeln versehen, von denen eine mit dem ersten, die andere mit dem zweiten (d. i. dem Reibzeugs-) Conductor der in geringer Elektrisirung begriffenen Elektrisirmaschine in leitende Verbindung gesetzt worden, so sieht man im Dunkeln, wie das Beccaria zuerst beobachtete, nur an der Kugel des ersten Conductors eine leuchtende Atmosphäre, die sich von hier aus zu der entgegengesetzten Kugel verbreitet, aber weder Ersteres noch Letzteres an und bei der entgegengesetzten Kugel. Franklin betrachtete diesen Versuch als einen, für seine Ansicht (oben S. 424) entscheidenden; wenigstens scheint er darzuthun, daß jener Stralenbüschel, den der mehrendige Leiter des ersten Conductors, in der mit verdünnter Luft erfüllten Röhre, für sich erzeugt, nicht von dem — E dieser Luft herrührt. Aus denen zuvor, in der untern Anm. gedachten, hieher gehörigen Versuchen gieng übrigens hervor: a) daß die Luft der Guerike'schen Leere (und ebenso jedes andere verdünnte, luftige Gas) leuchtende Verbreitung des sog. elektrischen Stromes gestatte, während das Dampfige, bis fast zur vollkommenen Widerstandslosigkeit ausgedehnte Mercurgas der Torricelli'schen Leere nicht nur keine Verbreitung des elektrischen Stromes bewirke, sondern vielmehr dessen Verdichtung zum Funken vermittele; b) daß nach Dessaignes (Gilbert's Ann. XLVIII. 40 ff., vergl. auch m. Grundr. a. a. O. 474 ff.) die elektrische Beschaffenheit der Erdatmosphäre auf jene Verbreitung und dadurch auf die damit verknüpfte Leuchtung der verdünnten (vor

*) Hieher gehören die sog. elektrischen Schlangen und Franklin'schen sog. Blitzröhren, welche, Meineke's Vorschlag gemäß (m. Grundr. der Experimentalphysik, I. 476) vielleicht zu gefahrlosen Grubenbeleuchtungen verwendbar seyn dürften? Zu verwechseln sind indessen mit dem letztern nicht die eigentlichen, durch Einschlagen des Blitzes in den Sandboden gebildeten, oft ungemein tief (gegen 30 Fuß) und seitlich (gegen 20 Fuß) weit reichenden, mannigfach gebogenen, meistens hohlen, aus geschmolzenem Sande bestehenden Blitzröhren oder Quarz-Fulguriten. Es scheinen übrigens die Stellen, an welchen man dergleichen Röhren fand und nachgrabend verfolgte, Leiter, welche den schmelzbaren Sand (Mergel ꝛc.) an Leitungsgüte beträchtlich übertreffen, zur Unterlage zu haben (z. B. Braunkohle, Sumpfeisenerze ꝛc.), manchmal vielleicht auch in den Tiefen (unterirdisch) fließendes Wasser, und dürften auch in dieser Hinsicht weiterer Verfolgung werth seyn. Neuere Physiker leiteten das Zünden des Blitzes von der durch starke Pressung erzeugten Hitze der Luft ab; daß der sog. kalte Schlag nur dort stattfindet, wo örtliche Elektricitäts-Entladung des Bodens dem Wolken-Blitze nicht in dem von dem Schlage getroffenen Körper, sondern außerhalb desselben entgegenkommt, verträgt sich auch mit jener hinsichtlich der Zündung des Blitzes beigebrachten Annahme.

der Verdünnung als Theil der Erdatmosphäre zugehörigen) Luft wesentlichen Einfluß übe (was auch vom Leuchten des Barometers, der sog. elektrischen Schlange rc. gilt) indem bei starker elektrischer Spannung der Erdatmosphäre die Luftverdünnung beträchtlich weiter getrieben werden könne, bevor die Leuchtungsverbreitung in ihr zum Erlöschen komme, als dieses bei schwacher Spannung der Fall sey; c) daß im letzteren Falle, wenn die elektrische Spannung der Außenluft sich kaum merkbar zeige, die Verdichtung der in der G.'schen Leere befindlichen Luft die Leuchtungsstärke nicht vergrößere, sondern vielmehr mindere; so daß, wenn hiedurch die Luft 1/3 so dicht, als die Außenluft werde, jenes Leuchten gänzlich aufhöre; bei eintretender voriger Verdünnung aber mit voriger Stärke wieder hervorgehe; d) daß sehr weit getriebene Verdünnung wirke wie diese Verdichtung; *) e) daß an Tagen großer elektrischer Spannung der Erdatmosphäre die Leuchtungsstärke größer sey in gasiger Carbonsäure, als im gasigen Oxygen, und in diesem wieder größer, als im Azot- und Hydrogen-Gase, demohngeachtet aber f) beim Verdünnen, wie beim Verdichten eher in den an sich dichteren, als in den dünneren Gasen erlösche. Henley's hieher gehörige Versuche wurden zum Theil mittelst einer G.'schen Leere durchgeführt, welche den Innenraum einer Leydener Flasche bildete; also hergestellte, mit verdünnter Luft erfüllte Räume nannte man sonst: Kleistische Leere oder Leydener Vacuum. H. experimirte übrigens auch mit sog. luftleeren Leitern; nämlich mit: verdünnte Luft enthaltenden Glasröhren, durch deren Enden eingeschmolzene Drähte so hineinreichten, daß zwischen beiden Drähten in der Röhre noch beträchtlicher Luftraum blieb. Die inneren Enden dieser Drähte waren mit Knöpfchen versehen worden; das sich zwischen diesen, bei Annäherung ihrer Außenenden an den ersten Conductor verbreitende elektrische Licht war weiß, wurde aber farbig, sobald die Luft in der Röhre mehr verdichtet worden. Gasige Carbonsäure verhält sich hiebei, wie atmosphärische Luft, was zugleich darthut: daß es sich bei diesem Lichtentwickeln von keiner Verbrennung handeln kann. Spätere Versuche Hildebrandt's (Schweigger's Journ. I. 237 und XI. 437) zeigten ebenfalls, daß die Färbung des sog. Funkenlichtes (das zwischen beiden

*) D. brachte in die G.'sche Leere ein Elektrometer und leitete die Elektricität des Conductors durch einen, innerhalb der Leere scharf gespitzten Metalldraht; die Spitze dieses Drahtes zeigte so lange einen Leuchtpunct, als die Elektrometerkügelchen in Folge nicht zu weit getriebener Luftverdünnung noch aus einander bewegt wurden. Das Reibzeug der hiezu benutzten Cylindermaschine leuchtete hiebei nicht seiner Fläche nach, sondern zeigte nur an einzelnen Stellen leuchtende Stralenbüschel; sobald die Kügelchen nicht mehr aus einander getrieben wurden, schwanden auch diese Stralenbüschel und statt derselben zeigte sich zwischen dem Reibzeug und dem Glascylinder ein Schein (wie ihn auch Winkler bemerkt hatte), der am stärksten merkbar wurde, wenn die elektrische Spannung der Erdatmosphäre am schwächsten war.

elektrisirten Conductoren, bei deren elektrischen Ausgleichung sich am einen blau, am andern roth oder violett-röthlich, in der Mitte aber weiß darbietet), abhängig ist von der Dichte der Luft, die der Funke durchfährt, und von der oberflächlichen Beschaffenheit des Metalltheils, der ihn entläßt (ob derselbe glatt, oder mehr oder weniger rauh und spitzig ist). Wiedeburg verglich schon 1769 das in der G.'schen Leere sich verbreitende elektrische Licht mit dem Nordlicht, letzteres für ein elektrisch bedingtes Meteor erachtend, was Lichtenberg später dahin abänderte, daß er das Leuchten des Polarlichtes für Folge einer Thermo-Elektrisirung (und Thermo-Magnetisirung; S. 375) der Erde erachtete,*) indem er die Erde selbst in dieser Hinsicht dem durch ungleiche Erwärmung elektrisirten Turmalin verglich (S. 1722). Zwei gleichnamig geladene Conductoren entwickeln nur dann elektrisches Entladungslicht,**) wenn einer derselben nicht vollständig geladen worden, beide jedoch isolirt sind; bis zur Schlagweite einander genähert, erfolgt dann Funken-Ueberschlagen vom vollständig geladenen zu dem unvollständig elektrisirten; ein Fall, der wahrscheinlich auch bei der Bildung jenes Meteors vorkommt, welches der Verfasser dieses Handbuches, es von dem Polarlicht (Nordlicht, wie Südlicht) unterscheidend, Polarschimmer und Polarschein (m. Meteorol. II, 2, S. 508) nannte, indem es leicht möglich ist, daß eine gewordene Eiswolke nicht nur an sich krystall-elektrisch leuchtet, weil sie in einem Mittel sich befindet, das sich zu ihr verhält, ähnlich wie die G.'sche Leere zu jenen sog. elektrischen Leuchtströmen, sondern auch: weil sie an tiefere, nicht oder doch nur zum Theil eisige Wolken (Polar-Nebelmassen) so lange E entläßt, bis beiderlei Wolken gleichmäßig elektrisirt erscheinen.

9) Zu große Conductoren bieten geringere Schlagweite dar, als kleinere, und obgleich die ihnen entzogenen Funken verhältlich starken Querdurchmesser haben, so üben diese Funken doch weniger mechanische Gewalt aus, als die dünnern der kleinern Conductoren. Die längsten Funken erhält man von einem und demselben Conductor, wenn man sie ihm mittelst einer möglichst dünnen und höchst scharf zugespitzten Stahlnadel (mittelst einer feinsten Näh- oder vielmehr Stick-Nadel)

---

*) Woran jedoch auch der zum Theil von fremden Weltkörpern abhängige Erdmagnetismus Theil haben dürfte, so daß es ein durch Thermo- und Magneto-Elektrisirung hervorgehendes Stralungsphänomen darstellt; oben S. 1726.

**) Sogenannte elektrische Mittheilung der Art (und so jede ähnliche) tritt ein: im Verhältniß der Größen des Elektrisirungs-Unterschiedes (oder, was dasselbe sagen will: der Elektricitäts-Mengen) und der Verschiedenheit der Gegenflächen-Größen beider Leiter, und erfolgt — leiteten diese ihrer ganzen Masse nach, in gleicher Stärke — wie jene Wärme-Mittheilung, welche zwischen zwei die Wärme gleich gut leitenden und gleiches Wärmefassungsvermögen besitzenden Körpern obwaltet; oben S. 88 u. f. f.

entlockt, die man ihm nähert, während man sie zwischen dem Zeigefinger und Daumen an ihrem dickern Ende festhält. Ist der Conductor zu klein, so fällt der Funke zwar sehr lebhaft leuchtend aus, aber sehr dünn. Die einem Conductor (so wie statt dessen jedem guten metallischen Leiter) dargebotene Elektricität verbreitet sich übrigens, mag sie an sich auch noch so geringe Spannung haben, dennoch, in unmeßbar kurzer Zeit (oben S. 489) über dessen Oberfläche, und ebenso verhalten sich auch: durch wässerige Feuchtigkeit zu guten Leitern erhobene sog. Halbleiter (Leder, Holz, Stroh, nicht gänzlich getrocknetes Gyps ic.) und sog. Isolatoren; jedoch ist es hier nicht nur die Oberfläche, sondern zugleich auch die ganze Innenmasse, welche an dieser Verbreitung, so weit jene feucht ist, mit Blitzesschnelle Theil nimmt.

ι) Schon der weiland Magdeburger Bürgermeister und kaiserliche Rath, Otto von Guerike, bediente sich, bald nach Benützung seiner 1672 in Arendrehung versetzten und dabei gegen die Hand, später gegen ein ledernes Kissen reibenden Schwefelkugel, einer Glaskugel, und in ähnlicher Weise riefen dann auch Reibungs-Elektricität hervor: Hausen, weiland Professor der Mathematik zu Leipzig und die meisten Physiker, welche sich vor dem Jahr 1744 mit der Reibungs-Elektricität beschäftigten, indem sie benutzten, was außer Guerike's Versuchen vorzüglich die durch Stephan Gray 1728 bis 1730 nachgewiesenen Verschiedenheiten des Leitungsunterschiedes der Metalle und unmetallischer Stoffe, so wie die darauf gestützten Unterscheidungen aller Stoffe (Materien) in Isolatoren und Leiter und mehr noch, was die 1739 von Desagulier, in Folge seiner Versuche erwachsene Unterscheidungen in sogenannte idioelektrische (durch Reiben elektrisirbare) und in nur durch Mittheilung elektrisirbare Körper, in jener Hinsicht Beachtenswerthes dargeboten, wobei sich ihnen dann späterhin ergeben hatte: daß die Isolatoren nicht nur unter gewissen Bedingungen, eine und dieselbe Art von Elektricität hindurchlassen, (z. B. dünne Harzschichten, daher die oben S. 1709 angerathene Ueberfirnißung) sondern daß sie auch der Elektrisirung durch Mittheilung fähig sind, dabei aber der Verbreitung der ihnen mitgetheilten Elektricität mehr oder weniger entgegenwirken: so daß jede Elektricität, die positive wie die negative für sich, unter öfters sehr geringer Verbreitung, dergleichen sog. Nichtleitern, so lange kein Leiter in deren Nähe kommt, oder kein entgegengesetztes E auf sie einwirkt, bleibend übertragen werden kann, wie das unter andern die Darstellung der mehr erwähnten Lichtenberg'schen Figuren beweisen.*) Aber schon Winkler wandte statt der kuglig

*) Führt man den Drahtknopf einer innen durch + E geladenen Leydener Flasche, indem man sie unten am äußeren Beleg faßt (oder statt dessen die eine der Kugeln eines: einen isolirten Griff darbietenden, gabelförmigen Entladers; dessen andere

oder ellipsoidisch 2c. gekrümmten Gläser (schon weil sie vollständige Anlegung des Reibzeuges nicht gestatten,*) Glascylinder an, die Planta im Jahr 1766 mit Glasscheiben vertauschte, und von denen man die erstere auch durch Wollenzeug (Casimir, Rasch 2c.), Taffent 2c. Cylinder vertreten ließ. Zum Reibzeuge dienten in Winkler's Versuchen mit Kreide überstrichene Lederkissen; wirksamer zeigten sich indessen späterhin die mit Amalgam bestrichenen; S. 194;**) Singer bevorzugt eine Mischung von 2 Gewichtstheilen Zinn, 4 Zink und 7 Mercur,

Kugel jenen Knopf oder den ersten Conductor einer bethätigten Elektrisirmaschine berührt) über eine recht trockene und glatte Harz- oder Schellackfläche, dieselbe sanft berührend, und bestäubt sie gleich darauf mit durch Leinwand zu beutelndem Bärlappsamen, so bildet derselbe an jenen Stellen, welche den Drahtknopf berührt hatten, einer ausgebreiteten Quaste ähnliche, einigermaßen sternförmige (excentrisch-stralige) Figuren; hatte man hingegen einzelnen Stellen der Harzfläche in ähnlicher Weise — E zugeführt, so stellen die Figuren runde, mehr oder weniger nahe: kreisförmige, in Mitten weniger Staub darbietende Staubflecke dar; erstere nennt man elektropositive, letztere elektronegative (Lichtenberg'sche) Figuren. Der Bärlappsamen wird beim Durchbeuteln etwas negativ elektrisch und daher von den positiv elektrisirten Stellen lebhaft angezogen; die negativ geladenen Stellen rufen dagegen vertheilend etwas + E am Lycopodium hervor, was dessen — E in 0 E verkehrt und kein übriges + E an dessen Stelle setzt; daher erfolgt die Bildung der — E-Figuren minder lebhaft. Hatte man die Harzplatte (am besten eine in Blech ausgegossene Masse aus 1 Gewichtstheil Ruß, 8 Wachs und 80 Harz) stellenweise mit runden Metallscheiben (Münzen 2c.) belegt und diesen das E zugeführt, so muß man diese entfernen, bevor man die Harzstellen bestäubt. Statt Bärlappsamen eignet sich hiezu auch und vorzüglich ein Gemenge von sublimirtem Schwefel (Schwefelblumen) und Zinnober oder Mennige. War die Flasche innen (oder statt derselben der zweite Conductor) stark elektronegativ geladen, so bilden sich, etwas entfernt von den runden Flecken, mehr oder weniger gekrümmte Stralen, deren Enden oben kolbig dick und unten dünner, aber vollkommen gerundet erscheinen, während die Mitte der Länge noch von einem Staubstreifen erfüllt ist, und beide Enden, aber ziemlich scharf begrenzt, außerhalb staubfrei erscheinen. Hatte man den Harzkuchen stellenweise negativ, an anderen Stellen positiv elektrisirt, so zeigen die eine + E Schwefel-, die anderen — E, Mennig-Figuren.

*) An der Oberfläche einer frei hängenden elektrisirten Kugel findet man, wie die Ladung und Abstoßung des Scheibchens der Drehwage leicht darthut, die Elektricität überall von gleicher Stärke (Dichte); an einem Cylinder, einem Ellipsoid und überhaupt an länglichen elektrisirten Körpern an beiden Enden stärkere, als in der Mitte und dort, wo der Körper ein Kanten und Ecken darbietender ist, bemerkt man an ersteren stärkeres E, als in Mitten der Flächen und an letzteren stärkeres als an ersteren. Scheiben zeigen endlich die stärkste Elektricität, nahe dem Umfange. Die Verbreitung der Elektricität erfolgt auch hier nach einem Gesetze, welches mit dem der Wärmeverbreitung an guten Wärmeleitern gleichbedeutend ist.

**) Am zweckmäßigsten fand ich es, das nicht zu breite durchaus trockene sog. Kissenbrett (oder die zwei Kissenbrettchen der Scheibenmaschine) zuerst mit Kautschukfirniß zu überziehen, dann mit Casimir höchst gleichmäßig straff zu überspannen, hierauf ebenso straff gespannt mit Rehleder zu überkleiben, und dieses dann mit Amalgam durchaus gleichförmig zu überstreichen, das Amalgam aber, nachdem es wohl getrocknet, mit Börnsteinfirniß dünn zu überziehen 2c. S. 1709.

von denen letzteres bis 150° C = 120° R erhitzt seyn muß, ehe man die anderen beiden (zuvor zusammengeschmolzenen) Metalle hinzufügt. Pfister zu seiner ungemein wirksamen Scheibenmaschine (vergl. Baumgärtner's und v. Ettingshausen's Zeitschrift. f. Phys. und Mathem. III. 221). 2 Zinn, 3 Zink und 4 Mercur. Das Amalgam darf nicht zu weich seyn, und dem Glase nicht anhangen. Winkler setzte seine Cylindermaschine durch eine mechanische, die Menschenhand ersparende, den Drechslern (Drehern) entlehnte Vorrichtung in gleichmäßig starke Bewegungen (so daß jeder Berührungspunkt des Cylinders in einer Minute 680mal einen Umschwung machte), und beachtete, was schon vor ihm erwogen, später aber nach Erfindung der Scheibenmaschinen, von Anderen mit Grunde besonders hervorgehoben wurde: daß der umschwingende Cylinder an seiner ganzen Reibungsoberfläche gleiche Geschwindigkeit besitzt, (was begreiflich weder bei der Kugel noch bei der Scheibe möglich ist; ein Cylinder von 14 Zoll Durchmesser leistete in den Versuchen späterer Physiker, was eine Scheibe von 24 Zoll Durchmesser gewährte) und an Haltbarkeit die Scheiben sehr merklich übertrifft. Vergessen darf man aber bei diesen Vergleichungen nicht, daß zur möglichst gleichmäßigen Wirkung des reibenden Glases gehört: durchgängige gleichmäßige Dünne des (übrigens vollkommen reinen, Blasen- und Knoten-freien, und möglichst harten,*) kein Bleioxyd enthaltenden) Glases, die bei Scheiben leicht, bei Cylindern schwierig zu erreichen ist; in wiefern die Umwandlung des Papiers, besonders des mittelst Azotsäure oder Azot-Schwefelsäure behandelten, in Glasvertreter (S. 1284 u. 1306) hiebei das Scheibenglas überhaupt zu ersetzen im Stande seyn wird, darüber müssen weitere Versuche entscheiden. Uebrigens muß jedes zur Reibungs-Elektricität zu verwendende Spiegel-Glas Oberflächen darbieten, die frei von allen örtlich-einzelnen Biegungs-Ungleichheiten, vollkommen gleichmäßig (und höchst) glatt sind, auf einer gläsernen Axe laufen, der, bei Scheibenmaschinen zwei abgestutzte, durchgängig gleiche Masse darbietende, mit ihren Grundflächen der Scheibe zugewendete Glaskegel zur Stütze dienen. Bei Cylindermaschinen muß das (mit isolirtem Conductor verbundene) Reibzeug gegen die eine, der metallene (nicht in Spitzen, sondern in allpunctlich dem Glase zugewendeten dünnkantigen vergoldeten Messingstreifen ausgehende) sog. Einsauger des ersten Conductors, gegen die andere, dieser entgegengesetzte Seite des Cylinders gerichtet seyn, Scheibenmaschinen, gestatten deren stets zwei einander gegenüber wirkende. Cylindermaschinen sind minder zerbrechlich, als Scheibenmaschinen,

*) Der härtere schlechte Leiter bekommt, gegen den minder harten gerieben, + E (letzterer — E; oben S. 1716); ebenso der brennbarere, gegen den minder brennbaren; der sich weniger dehnende gegen den sich mehr dehnenden (Letzteres: Coulomb's Versuchen gemäß).

und gestatten weit schnellere Umdrehungen, als diese, können aber nicht (ohne sehr verwickelte Vorrichtungen) auf beiden Glasseiten (innen wie außen) gerieben werden und haben daher nur ein Reibzeug, während die Scheibe auf beiden Seiten reibend wirkt. Jene in van Marum's Versuchen (S. 1721). benutzte 42zöllige Scheibenmaschine war für das Teyler'sche Museum in Harlem von Cuthberson nach Ingenhouß' Vorschrift vervollkommnend gefertigt worden. Eine sehr wirksame beschreibt Pfaff in Gehler's Phys. Wörterb. III. 443, eine andere früher Grimm in Gilbert's Ann. IV. 359; aber keine von allen diesen und mehreren anderen ausgezeichneten Scheibenmaschinen kommt verhältlich jener Wirksamkeit gleich, welche die Pfister'sche mit ihrer nur gegen 28 Pariser Zoll Durchmesser großen Scheibe darbieten; sie giebt bei jeder Umdrehung 2—4 Lin. starke (dicke) 12—15 Zoll lange (van Marum's Maschine gab 24 Zoll lange), in solchem Maaße gewaltsam hervorbrechende Funken, daß jeder derselben eine Glasscheibe von 1 Linie Dicke zu durchbohren und einen Blattgoldstreifen von 5 Zoll Länge und fast 1 Zoll Breite zu schmelzen vermag. Hauptantheil an dieser großen Wirksamkeit haben die beiläufig 2 Zoll breiten und gegen 8 Zoll langen vollkommen eben anliegenden Reibzeuge, *) so wie die: durch ein Glimmerblatt gesteiften, aus mehreren Lagern bestehenden, gefirnißten Seidentaffent-Flügel. Rooth erfand die (Wachs-) Taffentflügel, van Marum verbesserte sie; sie dienen nicht nur zum Zusammenhalten der Elektricität, sondern auch zur Reibung des Glases; Gren's Journ. II. 167, VI. 70. und Gilbert's Ann. XXIII. 30 rc. Innenüberfirnißung der Glascylinder nutzt nur so lange, als der Lacküberzug unzersplittert bleibt; Luftlöcher in den sog. Hauben der Cylinder sollen der vom Cylinder eingeschlossenen Luft Spielraum geben, auszufließen, falls sie durch Reibungswärme des Glases stark gedehnt würde; indessen darf man es zu so starker Reibungswärme-Erzeugung überhaupt nicht kommen lassen (S. 1638, 1725). Wechselnde Berührung strömender Luft (z. B. die eines Blasebalgs) wirkt übrigens an sich schon elektrisirend, und zwar nicht nur auf sog. Isolatoren, sondern auch auf Leiter, z. B. auf die glühenden Kohlen der Oefen. Für kleine Versuche dienen, statt der Reibung trockener Glasröhren: mit in der Hand gehaltenem Wachstaffent, die schon vor vielen Jahren in Nürnberg gefertigten und feil gehaltenen, mit sehr kleinen Leydener Flaschen versehenen Band-Elektrisirmaschinen. Bei Anwendung metallener

*) Man versieht die Reibzeuge am besten mit Schrauben von polirtem Glase, um sie weiter oder enger stellen zu können; zu große Enge, und damit zu starke Pressung des Glases, mindert die Wirksamkeit, schon weil sie die Reibung erschwert. Die von dem Reibzeuge gefaßten Scheiben müssen übrigens möglichst senkrecht laufen. Glas und übrige Theile der Maschine dürfen nicht heiß, aber noch viel weniger kalt seyn.

Scheibenaxen erfolgen leicht Risse oder Sprünge, zumal in nicht ganz reinem Glase; weiches Leder zwischen Axen-Metall und Glas angebracht, verhindert sie nur unvollkommen. Um Weiterreißen derselben zu verhüten, durchbohrt man in der Richtung des Risses, nicht weit von dessen Spitze das Glas, und glättet solches Bohrloch wohl aus. Die Größe der vollkommen isolirbaren Conductor-Metallfläche richtet sich nach jener der Reibungs-Glasflächen; für Scheiben wie für Cylinder reicht es meistens hin, wenn die Größe der ersteren die Hälfte der letzteren beträgt. Uebrigens je kleiner erstere, um so größer ist die Spannung der ihr gewordenen Elektricität. — Hinsichtlich der Dicke des Glases der Leydener Flaschen, gilt, was bei jener des Cylinderglases erfahrungsgemäß ist; je dünner ihr Glas, um so schneller erfolgt ihre Ladung, aber um so leichter unterliegen sie auch der Selbstentladung und dadurch, bei nicht sehr dünnem Glase, eintretender Zerschmetterung; zu dünnes Glas läßt leicht Entladungsfunken ohne Zerreibung hindurch. Daß der Beleg-freie Glastheil durchaus aus reinem und möglichst glattem Glase bestehen muß und daß die Belege aufs Vollkommenste leiten müssen (unausgetrocknete Strohseile entladen stärkste Batterien gänzlich,*) wenn sie den sog. Rückstand, das ist die nach der künstlich bewirkten Entladung erfolgende Nachladung (die übrigens zum Theil Folge der: durch das zwischen beiden Belegen befindliche Glas, bewirkten Elektricitäts-Erregung ist) möglichst mindern sollen, folgt schon aus dem Vorhergehenden.**) Am schnellsten ladet man Flaschen, wenn man den innern Beleg mit dem ersten, den äußern mit dem zweiten Conductor verbindet. Ueber elektrische Atmosphäre vergl. S. 425.***) Beim Erregen der Maschinen-Elektricität muß die

*) Bei großen elektrischen Batterien kann dieser Rückstand (um so beträchtlicher, je weniger von der Elektricität der Belege zu Entladungsversuchen verbraucht worden), so beträchtlich werden, daß er dem Versuchansteller Gefahr-bringend wird, wenn er unvorsichtigerweise sich selbst beiden Belegausgängen nähert; Ries zufolge beträgt er gewöhnlich $^2/_{13}$ der Ladung, falls die Kugeln festen Stand hatten. Die elektrisch-polarische Beschaffenheit des Glases, zwischen den geladenen Belegen, nannte ich (in m. Experimentalphys. a. a. O.) den elektrischen (Vertheilungs-) Zustand des Glases. Je größer die Spannung der Elektricität, um so mehr werden auch schlechte Leiter durch sie, gemäß sog. Induction, elektrisch; das Glas zwischen beiden geladenen Belegen bietet ein hieher gehöriges Beispiel dieser Elektrisirungs-Art dar.

**) Vergl. S. 1731 und Lapostolle: Ueber Blitz- und Hagel-Ableiter aus Strohseilen. A. d. Franz. Weimar 1821. 8.

***) Verbindet man 2 gleich große Metallkugeln mittelst eines langen Drahtes und nähert dann, den Draht an seidener Schnur isolirt haltend, die eine oder die andere einem elektrisirten Conductor, so erstrecken sich die Atmosphären beider Kugeln gleich weit abwärts; war dagegen die eine Kugel kleiner als die andere, so reicht ihre Atmosphäre weiter, als die der größeren (hat mithin, wie der obige kleinere Conductor, eine stärkere Spannung). — In Beziehung auf sog. Spitzenströmung ist folgender Versuch sehr lehrreich: Versieht man eine große Messingkugel, mit

Zimmerluft möglichst dunstfrei seyn; Wasserdampf schadet nicht; um dem Menschendunste Abzug zu verschaffen, fand ich es bei heiterer Sommerwitterung sehr vortheilhaft, obere, der Sonne zugekehrte Fenster offen zu halten, dabei jedoch jeden Luftzug möglichst zu verhindern. Bei Gewittern gelingen Versuche der Art unvollständig, schon weil der Himmel dann nie klar ist; kurz vor denselben, während sog. Gewitterschwüle hingegen, so lange dabei die Luft trocken bleibt, vortrefflich. Zur Winterszeit gelingen sie aus gleichen Gründen am besten in geheizten Zimmern. Während der ersten Minute der Umdrehungs-Dauer erfolgt die Elektricitätserregung, schwächer, als später, erregt aber binnen 6—7 Minuten ihr Größtes.

x) Außer den im Vorhergehenden schon gedachten*) mit der Maschinen-Elektricität anzustellenden Versuchen sind in wissenschaftlicher Hinsicht besonders folgende beachtenswerth, betreffend:

a) mechanische, elektroskopische und Wärme-Wirkungen der Elektricität. Ein Dutzend an beiden Enden mittelst Knoten verbundener einzelner Fäden, an einem dieser Verbindungsfäden an einem oder dem andern der zu elektrisirenden Conductoren aufgehängt, bilden eine sphäroidische Gestaltung, die so lange besteht, als die Elektrisirung dauert; der elektrisirte Wasserstral eines künstlichen (durch verstärkten Luftdruck) wirksamen Springbrunnens zertheilt sich ringsum in weit reichende feinste Stralen; ein Tropfen Gummi-Lösung dehnt sich (am meisten am — E-Conductor) zum Kegel und an einem Draht gefestigtes

---

einem in ihrer Axe beweglichen, vorn zugespitzten Draht, indem man den hintern Theil sich in eine feine Schraube endigen läßt, die man zu verschiedener Tiefe in die Axengegend eintreiben kann, isolirt sie und elektrisirt sie, so wirkt die Spitze nicht ausleitend, wenn sie bis zum Verschwinden in die Kugel getrieben worden, und die Kugel dagegen ihrem ganzen Umfange nach als elektrisirter Conductor mit überall gleich weit gedehnter elektrischer Atmosphäre; zieht man dagegen zuvor die Spitze hervor, so fängt von hier aus die Ableitung und Atmosphären-Entfernung an, mehr und mehr die Oberhand zu gewinnen, je weiter man die Spitze hervorgezogen hatte, und erscheint endlich so vermehrt, daß sie die zurückleitende Gewalt der Kugel gänzlich beseitigt. Fernte die Kugel, im nicht elektrisirten Zustande um $1\frac{1}{2}$ Zoll vom hinreichend großen, elektrisirten Conductor, während ihre Spitze in ihr verborgen war, so bemerkt man (im Dunkeln deutlicher) einen zu ihr übergehenden Funkenstrom; zieht man darauf ihre scharfe Spitze möglichst weit heraus, und stellt die Kugel so, daß die dem Conductor zugewendete Spitze um 3 Zoll von dem Conductor entfernt ist, so sieht man keine Funken mehr, wohl aber wird die Spitze und durch diese die ganze Kugel sofort geräuschlos elektrisirt.

*) Dem Flugrade ꝛc., denen sich auch das auf wechselnde elektrische Anziehung und Abstoßung beruhende elektrische Glockenspiel und viele andere spielende Versuche beigesellen lassen; die ältere Experimentalphysik war, wo sie öffentlich gelehrt wurde, ehemals häufig von Spielereien begleitet; die neuere Zeit wußte und weiß solchen Spielen nützliche Seiten abzugewinnen, und verkehrt so das spielende Treiben in: der Wissenschaft und dem volklichen Leben förderlichen Ernst, das Spielen mit Versuchen den Taschenspielern überlassend.

Stückchen Siegellack, das bis zur Schmelzung erhitzt worden, während der zuvor dem Conductor verbundene Draht von diesem elektrisirt wird, treibt in feinste rothe (von untergehaltenem weißem Papier sammelbare) Fäden aus; ein zwischen den Knöpfen oder Endkugeln beider geladener Conductoren gehaltener Finger, erhält von beiden einander folgende Stöße, falls man den Finger zwischen beiden in solchen Abständen hält, daß er von jedem Knopf fast um die Schlagweite fernt; die am seidenen Faden zwischen beiden Conductoren schwebende sog. elektrische Spinne (die, einem geladenen Flaschenbelege genähert, fortdauernd abwechselnd angezogen und abgestoßen wird, bis die Flasche entladen ist,*) erliegt unaufhörlich wechselnder Anziehung und Abstoßung Seitens beider geladener Conductoren. Setzt sich ein auf einem isolirten Schemel stehender, oder auf einem dergleichen Stuhl sitzender Mensch mit einem der Conductoren in leitende Verbindung und nähert sich dann ein anderer, nicht isolirter Mensch, mit flacher Hand seinen Haaren, so sträuben sich diese (im Dunkeln schwach leuchtend) und seinem Gesicht, so empfindet der Isolirte (elektrisirte) während dessen Eindrücke, welche Spinnengeweben ähneln, die man zu seinem Gesichte, es mit denselben sanft berührend, vorüberbewegte. Entladet eine lange Reihe durch ihre Hände unter sich leitend verbundener Personen, dergestalt eine geladene Leydener Flasche, daß zuerst die Person eines der Reihen-Enden, mittelst eines in der freien Hand gehaltenen Drahtes, das metallene Häkchen des äußeren Beleges berührt, dann aber, unmittelbar darauf die Person des anderen Reihen-Endes, in gleicher Weise den Drahtknopf der Flasche, so erfolgt die Entladung gleichzeitig durch alle Glieder der Reihe, sie von Arm zu Arm mehr oder weniger heftig durchschütternd; sehr starke Schläge der Art, z. B. die geladener Batterien, können einzelnen Personen, welche die ganze Reihe vertreten, lähmen und ihnen Blutspeien verursachen, sowie auch kleine Thiere, z. B. Mäuse &c. tödten**) und bei reizbaren Pflanzen (S. 1728), deren Reizbarkeit für immer zerstören. Die Funken einer in Entladung begriffenen Flasche sind weniger lang, als die eines Conductors, aber viel dichter und daher von weit heftigerer (stärker knallender &c.) Wirkung; dieses Verhalten berücksichtigend führt die Leydener

*) Eine isolirt stehende geladene Flasche kann man nach und nach funkenweise mit dem Fingerknöchel entladen.

**) Jene, welche mit Robert Symmer (der seine Ansicht in den Philos. Transact. Vol. LI. s. S. 340, 760 veröffentlichte) und Dr. Dufay (der 1773 die Elektricität des reibenden Glases von jener des Reibzeugs unterschied und erstere Glas-, letztere Harz-Elektricität nannte) zwei verschiedene elektrische Flüssigkeiten voraussetzen, erklären die Heftigkeit der Erschütterung daraus, daß beide Elektricitäten gesonderten Weges gleichzeitig den Körper durchfahren. Soll übrigens eine Flasche vollständig geladen werden, so darf sie nicht isolirt seyn.

Flasche auch die Benennung Verstärkungsflasche. Durchlöcherungen biegsamer, starrer Körper, z. B. der Kartenblätter, zeigen den Rand solchen Löchleins an beiden Seiten aufgekrämpt; was für jene, welche im — und + E zwei verschiedene Flüssigkeiten anerkennen, neben anderen hieher gehörigen Verhalten für ein Zeugniß der Richtigkeit ihrer Ansicht gilt. Wer für sich eine kleine Flasche entladen will, hat sie übrigens am äußeren negativen Beleg zu umfassen und dann, mit dem Knöchel der anderen Hand den Drahtknopf des inneren Belegs zu berühren; die Empfindlichkeit für dergleichen Entladungs-Erschütterungen ist bei manchen Personen nichts weniger als sehr merklich, bei anderen dagegen ungemein groß. Leitet man den Entladungsschlag durch zwei in ein cylindrisches Glas hineinreichende Metalldrähte während an dessen Seite eine gefärbte Flüssigkeit enthaltende, aufwärts gebogene, Glasröhre weilt, so erfolgt, durch die der Luft hiebei zu Theil werdende Ausdehnung, Bewegung der Flüssigkeit von der Richtung der solcher Weise stärker drückenden Luft, zu der entgegengesetzten Seite hin; auf ein ähnliches Verhalten gründet Kinnerley's sog. elektrisches (durch Winkler's hieher gehörige Vorrichtung S. 1733 entbehrliches) Thermometer; s. Langenbuchner's prakt. Elektricitätslehre S. 45; Henry sah Hydrochlorgas (dessen Zusammensetzung damals nicht nur nicht gekannt, sondern kaum geahnet war, sich durch das Hindurchschlagen elektrischer Funken ungemein ausdehnen; wahrscheinlich, weil neben der an sich dehnenden Wirkung der Funken zugleich Zerlegung in H- und Ch-Gas eintrat; wiewohl Henry und Dalton in dieser Hinsicht nur des H-Gases gedenkt. *) Daß die Ausdehnung des Wassers, bewirkt durch Entladungsschläge, bis zum Zersprengen sehr starker Glasröhren führen könne, zeigte sich bei Versuchen, welche den Amsterdamer Versuch theils einleiteten, theils ihn zu wiederholen bestimmt waren. — Ist der unbelegte Randtheil einer Flasche etwas feucht, so bemerkt man beim Laden derselben ein sanftes Brausen und im Finstern eine Menge Lichtströme, die wie feine Einzelngeflechte über den Rand hinüber vom äußern — E-Beleg zum innern + E-Beleg schlängeln, und hatte jener + und dieser — E, umgekehrt

*) Auch Hydrofluorsäure gab unter gleichen Bedingungen H-Gas; und ebenso folgende Gase, indem diese zugleich den Gegenstoff (S, P, A-Gas und C, als Kohle) entließen: HS, H_3P, AH_3, CH, CH_2 und CO-Gas. — Louyet will das HF-Gas (das ihm zufolge nur Wasser-frei erscheint), wenn man es, mittelst Schwefelsäure aus Flußspath entwickelt, über geschmolzene Phosphorsäure leitet und in passenden Gefäßen aufhängt, welche von kaltmachenden Mischungen umgeben sind) zersetzt und das Fluor chemisch isolirt haben, indem er in Gefäßen aus Flußspath wasserfreie Hydrofluorsäure mit gasigem Chlor erhitzte. Das F-Gas soll farblos seyn, Pflanzenfarben nicht bleichen, Glas nur schwach angreifen, dagegen alle Metalle, Pt und Au ausgenommen, merklich und Wasser bei gewöhnlicher Kühlwärme zersetzen. AgF zersetzte sich durch Erhitzen und gab, weil es HO enthält, mit Kohle erhitzt, Carbonsäure.

ihren Weg nehmen. Aehnliches erfolgt auch mit einer geladenen Lane'schen Flasche, wenn man diese unter die Glasglocke der Luftpumpe bringt und dann die Luft verdünnt; man sieht dann an einem Belegrande die Ströme mit blauem, am anderen mit violettröthlichem Lichte hervortreten (während in der sehr verdünnten Luft von Henley's Leiter der Funke sich weißleuchtend zeigt). — Preßt man über einander liegende Blätter von Blattmetall, zumal Blattgold oder Blattsilber) zwischen zwei vollkommen ebene und glatte Spiegelglasplatten und läßt dann den Entladungsfunken zwischen durchschlagen, so schmelzt derselbe das Metall in die Platten ein, ähnlich dem Metall der S. 1665 u. 1715 erwähnten elektrischen Zeichnungen. *) — Cuthberson's Batterie von 15 Flaschen und ohngefähr 17 Geviertfuß Belegungsfläche (deren jede für sich einen halben engl. Zoll Eisendraht von $^1/_{150}$ Z. Durchmesser zu schmelzen vermochte) schmolz 60 Zoll dieses Drahtes; als aber Singer zu ähnlichem Versuche Eisendraht von nur $^1/_{250}$ Z. Dicke wählte, bemerkte er, daß ein Theil der Ladung verloren ging und der andere gewährte einen (statt sonst so lauten, jetzt) kaum hörbaren Entladungsschlag. Mit einer Batterie von 40 Geviertfuß Belegfläche schmolz S. dagegen häufig 18 Fuß jenes Drahtes; ein Schauer lebhaft glühender Kügelchen, die rings herum umher geschleudert wurden, begleitete solche Schmelzung (vgl. S. 1721 Anm). Cavendish zufolge stehen die zur Ladung verschiedener Flaschen von gleich großem Beleg erforderlichen Elektricitäts-Mengen im verkehrten Verhältnisse ihrer Dicken. **) Ries zufolge wächst mit der Erwärmung des den Entladungsfunken leitenden Drahts die Schlagweite der Flasche. Läßt man den Entladungsschlag durch Eisendraht (oder Blei) gehen, der von Wasser bedeckt ist, so schmilzt er nur, ohne sich zu oxydiren; um solchen Weges dessen Oxydation zu bewirken, mußte er beträchtlich (um $^1/_8$) verkürzt werden.

b) Chemische und Wärme-Wirkungen, Metall-Verbrennungen, Vergasungen brennbarer und verbrannter Flüssigkeiten, Wasser-Zerlegungen und Wiederzusammensetzung ꝛc. Singer

*) S. 627 des II. B. m. Experimentalphysik machte ich bereits darauf aufmerksam, daß, wenn von Metalldrähten durch den Entladungsfunken nur ein kleiner Theil geschmolzen wird, es das mit dem + E Beleg verbundene Drahtende sey, das der Schmelzung unterliegt, was auch Donndorff's dort aufgeführter Versuch hinsichtlich des Phosphors bestätigt und was auch, wie dort bemerkt ist, von galvanischen Schmelzungen gilt. Ebendaselbst machte ich bereits auf Stralung der Elektricität, auf die elektrische Beschaffenheit des bei Metallschwefelungen entwickelten Lichtes, so wie auf die Isolation des Eises aufmerksam; ebendas. S. 627, 610 u. 611.

**) Je kürzer der zu schmelzende Draht, um so größer ist der Rückstand der dazu verwendeten Batterie, falls der Draht durch den Entladungsschlag geschmolzen worden.

sah, mittelst einer schwächeren elektrischen Batterie, als die zuvor erwähnte, folgende Erzmetall-Drähte, jeden von 5 engl. Zoll Länge und meistens von $^1/_{180}$ Zoll Dicke (Silber und Kupfer ausgenommen, deren Drähte $^1/_{160}$ Z. Querdurchmesser hatten), durch den Entladungsfunken sich oxydiren und dabei das unterlegte weiße Papier, durch die Oxyde, in nachbemerkter Weise sich färben:

Gold	Silber	Platin
purpur und braun,	grau, braun und grün,	grau und lichtbraun,

Kupfer	Eisen	Zinn	Zink
grün, gelb und braun,	lichtbraun,	gelb und grau,	dunkelbraun,

Blei	Messing
braun und blaugrau,	purpur und braun.

Der Messingdraht wurde dabei zuweilen in Cu und Zn zersetzt, wenn ein Glasstreifen zur Unterlage gedient hatte. Läßt man durch einen Platindraht den Funken durch Oele, Alkohol oder Aether zu dem metallenen oder Metall-belegten Boden eines die Flüssigkeit enthaltenden Glascylinders überschlagen, so erfolgen Zersetzungen, ähnlich jenen, welche eintreten, wenn solche Flüssigkeiten durch glühende Röhren getrieben werden; es entwickeln sich Hydrocarbon-Gase und (Falls die Flüssigkeit Oxygen enthielt) Carbonoxyd-Gas. Behandelt man wasserarme Oxygensäure in gleicher Weise, so erhält man neben Desoxydations-Erzeugnissen auch O-Gas. Um Wasser und darin gelöste Salze zu zersetzen, bedarf es höchst feiner Zuspitzung der platinenen oder goldenen Zuleitungsdrähte, deren einer mit dem ersten Conductor einer gehörig wirksamen Elektrisirmaschine, der andere mit der Erde in leitende Verbindung gebracht wird. Wollaston erreichte diesen Zweck, als er einen sehr dünnen, möglichst zugespitzten Platindraht in ein Haarröhrchen fast bis zu dessen anderem Ende steckte, dieses andere Ende dann zuschmolz und hierauf nur so weit abschleifen ließ, daß man mittelst eines Vergrößerungsglases die Metallspitze in Form eines glasfreien Punktes zu sehen vermochte; so gelang ihm die elektrische Zerlegung des Wassers vollständig; daß bei sehr wirksamen Maschinen auch dickere Drähte (Golddrähte), in ähnlicher Weise angewendet, die Wasserzersetzung leicht vermitteln, zeigten 1804 zu Jena von Voigt und Ritter angestellte Versuche, denen auch der Verfasser dieses Handbuchs beiwohnte; V's Magazin, Jahrg. 1805. Als W. bis an ihre Spitzen mit Siegellack überzogene Silberdrähte in ähnlicher Weise eine Kupfer-Auflösung berühren ließ, erfolgte am — E Draht (der Erde) Ablagerung metallischen Kupfers. Um ähnlichen Weges feuchtes Lakmuspapier am + E-Draht zu röthen und am — E-Draht wieder zu bläuen, dazu bedarf es keiner sehr wirksamen Maschinen. Faraday legt, zur Nachweisung der chemischen Wirkung beider E, auf eine Glasplatte zwei Stückchen Stanniol und auf jedes derselben einen darüber hinausragenden Platindraht, so, daß deren

einander zugewendete Enden einander nicht berühren. Zwischen diese Enden bringt man nun die zu zersetzende wässrige Flüssigkeit, z. B. gelösten Kupfervitriol; wird dann der eine Draht mit dem ersten Conductor, der andere mit dem zweiten (oder mit der Erde) in leitende Verbindung gebracht, so reichen einige Drehungen der Scheibe oder des Cylinders der Maschine hin, am letzten Platindraht metallisches Cu sich ausscheiden zu machen. Vertritt hiebei ein mit KJ-Lösung getränkter, Amylon-haltiger Kattunstreifen die Stelle des Vitriols, so erfolgt am + E-Draht Bläuung, und war statt KJ Glaubersalz-Lösung zugegen, so tritt am — E-Draht Bläuung eines Streifens zuvor gerötheten Lakmuspapiers (Bräunung des Curcumapapiers 2c.) am + E-Draht hingegen Röthung ein. Läßt man einen Funken durch Knall-Luft (2 Maaß H-Gas gegen 1 O-Gas) schlagen, wozu die Entladung jener kleinen Leydener-Fläschen vollkommen ausreicht, welche die Band-Elektrisirmaschine begleiten (S. 1740) die kaum so vielen sog. leeren Raum einschließen, daß die Luft dieses Raumes durch eine halbe Unze Wasser vertreten werden könnte), so erfolgt unter Verknallung: Bildung von Wasserdampf. Volta's elektrisches Pistol und Eudiometer (oder Luftgütemesser, bestimmter: Oxymeter), die beste Vorrichtung dieser Art, weil durch solcher Weise aus gemessenen Theilen atmosphärischer Luft hinweggenommenes O-Gas, den Gehalt der Luft an diesem Gase mit größerer Genauigkeit bestimmen läßt, als irgend ein anderes Eudiometer, *) gründen auf diese Art von Knallluft-Verbrennung. Trifft man dagegen die Einrichtung so, daß es nur bis zur Zersetzung des Wassers, sey es mittelst der Maschinen- oder der Berührungs- 2c. Elektricität, kommt, das dadurch hervorgegangene Knallluft-Gemenge aber in einer graduirten Röhre genau gemessen wird, so mißt man damit die Menge des durch den sog. elektrischen Strom zersetzten Wassers, und hiemit die Stärke des Stroms. Zu solchem Zweck bestimmt, stellt die Vorrichtung dar: Faraday's Volta-Elektrometer, das man bis jetzt zwar nur zur Bestimmung galvanischer Stromstärken benutzte, das hiedurch aber zu Ergebnissen führte, welche sowohl für die genauere Kenntniß der galvanischen Phänomene, als unter andern auch für die Verwendung dieser Kenntniß zu Gunsten der (w. u. zu berührenden) Elektromagneto-Telegraphie sehr wichtig wurden; s. w. u.

*) Eines der gebräuchlichsten Eudiometer war sonst das Fontana'sche, beruhend auf Verschluckung des O-Gases gemessener atm. Luft durch gemessenes Azotoxyd- (oder sog. Salpeter-) Gas, das sich mit dem O zu Azotichtsäure verdichtet, die von Wasser oder wässriger Alkali-Lösung verschluckt wird; über dieses, so wie über mehrere andere Eudiometer (das Phosphor-, sog. Schwefelleber-, Eisenoxydul-Sulphat-, Zinnchlorür- 2c. Eudiometer) vergl. d. „Einleit. in m. Chem." u. Grundzüge II. 348, 473. Als Eudioskop (oder Oxyoskop) ist vorzüglich wirksam hydroindigsaures Alkali; oben S. 1022.

Cavendish entzündete zuerst (im Jahr 1781) Knallluft mittelst des elektrischen Funkens und erzeugte so Wasser; für die Begründung der neueren Chemie (insbesondere der sogen. antiphlogistischen) ein Hauptversuch.

c) Bildung und Entwicklung riechbarer Stoffe. Der sog. elektrische Geruch ist verschieden, je nach der Entwickelungs-Weise der Elektricität und, sehr wahrscheinlich auch, der Beschaffenheit atmosphärischer freier und Zimmerluft. Durchzuckt der zündende Blitz die Luft, so ist diese (in der Nähe des Einschlagungs-Ortes) von eigenthümlich widrigem Geruch, im gemeinen Leben: Schwefelgeruch genannt, erfüllt, der jedoch mehr an jenen erinnert, welcher sich aus dem ersten Conductor, als an den abgebrannten Schießpulvers. — Hält man einige Zeit ein trocknes Trinkglas gegen den elektrisirten ersten Conductor, jedoch so, daß demselben dabei durch die Hand keine Funken entzogen werden, so bemerkt man im Dunkeln eine Menge sehr kleiner spritzelnder Fünkchen, und nähert man nun die Mündung des Glases der Nase, so zeigt sich jener eigenthümliche Geruch in seiner verhältlich größten Reinheit; hatte man hingegen zuvor in das Glas ein Metallstück (ein Stückchen Draht ꝛc.) gelegt, so zeigt er sich mehr oder weniger verändert; wahrscheinlich, weil die durch den Funken erzeugte Erhitzung der von ihm durchfahrenen Lufttheile: Röstung der in ihr enthaltenen organischen Beimischungen (Antheile der Ausdünstungen der Menschen ꝛc.) zur Folge hatte. In beiden Fällen scheint aber Metalldampf und sonder Zweifel Ozon: (S. 1294 u. 1640) Hauptantheil zu haben an jenen Eigenthümlichkeiten. *)

d) Durchleuchtungen und Leuchtungs-Erzeugungen, oder sog. „elektrische Phosphorescenzen" (S. 1693 Anm.). Daß Elektrisirungen zu Licht-Entwickelungen führen können, zeigen nicht nur alle bereits hinsichtlich der Sichtbarkeit der elektrischen Funken erwähnten Leuchtungs-Erscheinungen, und unter diesen vorzüglich jene, welche darum ausgezeichnet merklich hervorgehen, weil bei ihnen die Elektricitäts-Fortpflanzung zwischen Leitern statt hat, die von Stelle zu Stelle durch kleine (schmale) schlecht oder kaum leitende (isolirende) Zwischenräume unterbrochen sind, wie das z. B. bei den sog. „elektrischen Illuminationen" (Franklinischer Blitztafeln S. 1734), sondern mehr noch die eigentlichen sog. elektrischen Durchleuchtungen und

*) Was der Entladungsfunke in Beziehung auf Ozon-Entwickelung zu leisten vermag, erfährt man am meisten auffallend, wenn man ein Trinkglas oder ähnliches Glasgefäß seitlich von zwei Zuleitungsdrähten so durchsetzt (dieselben gasdicht einküttend), daß sie innen einander gegenüber einen Zoll weit von einander abstehen, während sie außen so weit hervorragen, daß man geladene Flaschen leicht durch sie entladen kann. Vor der Entladung stellt man dann das Glas umgekehrt mit der Mündung nach unten in Wasser, jedoch so, daß dieses von den Drähten um ein paar Zoll fernt; bringt man dann die Mündung des Glases gleich nach der Entladung zur Nase, so bemerkt man den Ozon-Geruch in seiner größten Stärke und Reinheit.

Phosphorescenzen,*) von denen die ersteren vielleicht (falls es gelingt, dergleichen Erscheinungen durch ununterbrochene Wiederholungen die zu Beobachtungen erforderliche Dauer zu verleihen) auch in sofern wissenschaftliche Verwendungen gestatten, als sie in den Stand setzen, das Innere der Körper (anorganischer, wie lebender organischer) zu beschauen, ohne es zuvor der Zertheilung zu unterwerfen. Hawksbee, Priestley, Lane, Canton, Wilson, Morgan, Skrimshire, Placid, Heinrich, Singer u. m. A. verdankt man die hieher gehörigen vorzüglicheren Beobachtungen, unter denen folgende, bei vollkommen dunkler Umgebung, am meisten in die Augen fallen: Hält man einen Finger über den Zwischenraum der beiden, $^{1}/_{2}$ Zoll von einander fernenden Drähte eines Henley'schen allgemeinen Entladers, während man eine Flasche mittelst dieser Drähte entladet, so verspürt man keinen Stoß oder Schlag, wohl aber sieht man den Finger nicht nur vollständig beleuchtet, sondern in solchem Maaße durchscheinend, daß man ihn als durchleuchtet erachten kann. Läßt man hiebei den Finger durch ein Stück Harz, Siegellack, Schwefel, Bimsstein oder Pfeifenthon vertreten, so verhalten sich diese an sich undurchsichtigen Körper, wie der Finger, und Gleiches gilt auch von 5 bis 6 Eiern, die man so neben einander gestellt hatte, daß sie sich, eine gerade Reihe bildend, berühren; ein kleiner sie durchfahrender Entladungsfunke, macht sie vollkommen durchleuchtend, desgleichen von einem Apfel, oder einer andern weichen Frucht (z. B. auch von einer Citrone, einer kleinen Melone ꝛc.), wenn man vor dem Entladungs-Blitze die Drähte in die Frucht so weit hineingetrieben hatte, daß sie sich in ihr einander ziemlich nahe gegenüber befinden, jedoch ohne sich zu berühren. Sollen dergleichen Durchleuchtungen gelingen, so darf der zu durchleuchtende Körper jedenfalls nicht gut leiten.**) Durchaus dunkel (vollkommen finster) muß die Umgebung seyn, sollen nachbenannte Phosphorescenzen beobachtbar werden. Nicht unter, sondern über folgende starre Stoffe läßt man, mittelst des genannten Entladers, den Funken so schlagen, daß er ihrer Oberfläche sehr nahe kommt, sie gewähren dann folgende beibemerkte Lichtentwickelungen:

*) Die S. 1663 erwähnten Erzeugungen sog. elektrischer Berührungsbilder, gehören nicht hieher; denn es ist offenbar nicht Entstehung sog. unsichtbaren Lichtes, was diese (und ebenso auch Knorr's Wärmungs-Bilder) hervorgehen macht, sondern eine Wirksamkeit, welche dem Lichte, wie der Wärme und der Elektricität gemeinsam ist — das In-Bewegung-setzen kleinster Körpertheilchen.

**) Das Leuchten verschiedener harter Körper, z. B. des Quarzes, Porzellans ꝛc. durch Gegeneinanderreiben, das am stärksten eintritt, wenn sich dabei schwarze mikroskopische Kügelchen oder Stäubchen bilden, hingegen nur schwach (wie z. B. unter Wasser) wenn nur weißer Staub hervorgeht, sowie das Phosphoresciren durch Erhitzen, dürfte, zumal Ersteres auch stets vom elektrischen Leuchten begleitet erscheinen; über mehrere hierüber, unter Anderem auch von mir angestellte Versuche und die Geologie berührende Folgerungen, s. m. Grundr. d. Experimentalphysik II. 614 ff.

Quarz, matt weiß,
Schwefelcalcium, lebhaft weiß,
Bergkrystall, roth, dann weiß,
Kreide, roth, dann violett,
Ausgeglühte Austerschalen, prismatische Farben,
Weidenholz, prismatische Farben,
Borsäure, hellgrün,
Borax, blaßgrün,
Schwerspath, hellgrün,
Witherit, ebenso, aber weniger lebhaft,
Kalkspath, grünlich,
Spätiger Gyps, glänzend grün,
Kali-Acetat, glänzend grün, aber mehr dauernd,
Succinsäure, ebenso, noch dauernder,
Hutzucker, ebenso.

e) In wiefern hiebei Erwärmungen stattfinden, und ob jene Beobachtung Böckmann's, welcher zufolge, durch Sonnenlicht erwärmte Leiter von mittlerer Güte, den ihnen hiedurch gewordenen Erwärmungsgrad länger beibehalten, als dieselben Körper, wenn sie zu gleichem Wärmegrad durch lichtfreie Wärme gelangt waren (m. Experimental-Physik II. 614), sich auch bei denen elektrisch erhitzten Stoffen bestätigt,*) steht annoch in Frage. In wiefern beim elektrischen sog. Schein- oder Glimm-Leuchten (S. 1731 u. 1735) zugleich elektrische Durchleuchtungen der äußersten Oberfläche des Conductors ꝛc. vor sich gehen? ist ebenfalls noch zu beantworten.**) Es schließen sich diesen sanften (größeren Theiles durch die Ableitung der Luft bedingten) Leuchtungen unter andern jene an, welche Eisen darbietet, sofern es, in einer Glasröhre eingeschlossen und mit dieser erhitzt, nach Weedgewood weit mehr leuchtend wird, als das Glas selbst; desgleichen die von Darwin beobachtete, sehr lebhafte, einer von einem erhitzten Luftstrom getroffenen Goldmünze; a. a. O. 629, und gewissermaßen auch jenes Verhalten des gasigen Ammoniak, das unzersetzt durch rothglühende Porzellanröhren getrieben werden konnte, hingegen

*) Was, wäre es der Fall, der Vermuthung Grund verleihen würde, daß: durch jene Beleuchtung erwärmte sog. Halbleiter zu schlechteren Wärmeleitern (und Wärmieentstralern) geworden, weil sie photoelektrisirt wurden? Folgende verwandte Verhalten sind weiterer Verfolgung auf dem Wege des Versuchs nicht minder bedürftig, als jene B.'sche Beobachtung: Nach Robin leuchten Kohlen durch Schütteln; nach Muschenbroek schwarze, zuvor an der Sonne gelegene Tücher durch Schlagen (d. i. Reiben); a. a. O. S. 629.

**) Hatte man die Conductoren der Maschine statt mit Entladungs-Kugeln, mit dergleichen (eingeschraubten) stumpfendigen Metalldrähten versehen, und fährt man fort sie zu elektrisiren, so zeigt (erinnernd an die Lichtenberg'schen Figuren) der erste, isolirt verbliebene Conductor (während der andere mit der Erde leitend verbunden bleibt) an seinem freien stumpfen Drahtende eine Lichtquaste, der andere hingegen, unter gleicher Bedingung (während er isolirt, und der erste es dann nicht ist) einen Leuchtpunkt, und stellt man zwischen beiden Drahtenden, beider andauernd elektrisirter und isolirt erhaltener Conductoren eine Kerzenflamme, so wird deren fächerförmige Ausbreitung in Folge andauernder Entladungen vom ersten Conductor sichtbar stärker zurückgetrieben, als vom zweiten, und ließ man hiezu beide Conductoren durch eine geladene Flasche vertreten, so bieten beide Drahtenden (aus gleichem Grunde) zapfenförmige Leuchtstellen dar, während die Flamme (und ebenso andere, sie vertretende, leichte Körperchen) dem — [illegible] Beleg zugetrieben wird.

sofort in Azot- und Hydrogen-Gas zerfiel, wenn die Röhre Eisenfeilstaub, Platin, Glasstückchen rc. enthielt, da dann 1 Theil Eisen so viel wirkte als 3 Platin,*) vergl. a. a. O.

f) Daß die Schlagweite größer seyn würde in verdünnter als in unverdünnter Luft, ließ sich schon aus dem Verhalten des sog. künstlichen Nordscheins (der straligen Elektricitäts-Verbreitung in der Guerike'schen Leere; S. 1734) vermuthen; Harris hieher gehörige Versuche bestätigten diese Folgerung, und zugleich: daß beim Funken-Durchzucken durch verschieden-geartete Gase (bei denen die Schlagweite mithin zunächst von ihrer Dichte abhängig ist) die Funken-Farbe theils von dem Stoff des zur Entladung gelangenden (isolirten) Leiters, theils vom Druck des Gases abhängig sey, während die Verschiedenheit des Gasdruckes auf die Schlagweite (z. B. in erhitzter Luft von einer Dichte, welche der unerhitzten gleich kommt) keinen Einfluß übt, wohl aber die verschiedene Artung der Gase; was in dieser Hinsicht jedoch noch näher zu bestimmen steht und unter anderen an das größere Brechungsvermögen der brennbaren Stoffe (bei gleicher Dichte mit den unentzündlichen) für das Licht erinnert. Beim Entladen der Conductoren bemerkt man, zumal zwischen dem gegen gehaltenen Leiter und dem Lichtbüschel, eine dunkle Stelle, die als dunkler Zwischenraum vorzüglich deutlich wird, wenn die Entladung im Azotgase erfolgt, der Conductor durch +E geladen war und der Entladungs-Leiter die Stelle des —E Conductors vertrat. Man nennt dieses die dunkle Entladung; in wieweit dabei innerhalb des dunklen Raumes nur OE, am entladenden Leiter dagegen —E zu Stande kommt, unterliegt noch weiterer Prüfung; ebenso: in wiefern die Artung des Leiters dabei Einfluß übt? **) Man weiß aus Becquerel's Versuchen, daß die Erzmetalle sammt Arsen durch gegenseitige Reibung sich gegenseitig in der Weise elektrisiren, daß in der nachbenannten Reihe jedes vordere Glied gegen das nachfolgende +E, dieses dagegen —E erhält: Sb, As, Fe, Zn, Au, Ag, Cu, Sn, Pb, Pt, Bi; eine Reihe, die weder durch den Unterschied der Leitungsgüte, noch durch jenen der Brennbarkeit, noch durch den der Härte bestimmt erscheint (was jedoch, Caballo zufolge, auch bei nachstehenden, in gleicher Weise geordneten sog. Nichtleitern der Fall ist, und daher außer denen, S. 1708 Anm. berührten, noch nach weiteren, annoch unbekannten Wirkungsgrößen (Innengestaltungs-Arten rc.) fragen

*) Wahrscheinlich, weil das Fe, zugleich mehr als Pt, das Azot chemisch anziehend band, während beim Glase das Hydrogen ähnlicher Minderung unterlag?

**) Lichtenberg's mit Blasebälgen veranstalteten Versuchen zufolge, verhält sich die gegenbewegte atm. Luft (und so wahrscheinlich jede andere) in sofern sie elektrisirend wirkt, überall nur als Reibzeug, d. h. erweckt sie +E, während sie selber — E erhält; bewegt wird sie in jenem Zwischenraume ebenfalls. Erzeugt dergleichen Azotgas mehr +E und wird es mithin dabei stärker elektronegativ, als andere Lüfte?

macht: Katzenfell, polirtes Glas, Wollenzeug, Federn, Holz, Papier, Seide, Schellack, mattes Glas.

g) In physiologischer Hinsicht ist der Einwirkungs-Unterschied zwischen +E und —E nicht größer, aber auch nicht weniger eigenthümlich, als jener des Rothlicht und Blaulicht, des tieferen und des höheren Tons; *) nur für das Geruchsorgan und zum Theil auch für das Geschmacksorgan treten die Verschiedenheiten beider E-Bethätigungen weniger bestimmt heraus; ohne Zweifel, weil die Nebenerzeugnisse (Ozon, Brenzerzeugnisse ꝛc.) den Eindruck verunreinen, was auch bei jenem besonders gearteten Geschmackseindruck der Fall ist, den man erhält, wenn man das eine oder andere E mittelst einer Spitze auf die Zunge einwirken läßt; Dr. Harleß fand, daß eine Flammenspitze, die man durch eine Glasröhre saugend der Zungenspitze nähert (ohne daß sie brennend, oder auch nur erhitzend zu wirken vermag), einen ähnlichen Geschmack erzeugt, wie das durch eine Leiterspitze einwirkende +E.

h) W. Th. Brande (Prof. zu London), theilte im Jahr 1815 verschiedene Versuche mit über das Verhalten der chemisch wirksamen Stoffe zu den sog. freien Elektricitäten, welche, indem sie zugleich über Erman's sogen. unipolare Leiter Licht verbreiteten und in sofern vorbereiteten, was spätere Beobachtungen (m. Arch. XXI, 362) und in dieser Hinsicht lehrten, zugleich das Verhältniß des chemischen Gegensatzes zu dem elektrischen, mit einer Bestimmtheit nachwiesen, wie man Solches selbst durch die galvanischen Zersetzungen nicht deutlicher darzuthun sich in den Stand gesetzt sieht; Gilbert's Ann. LII, 372. Folgende Ergebnisse mögen dazu dienen, diese Behauptung zu begründen. Cuthberson hatte früher gefunden, daß eine zwischen zwei entgegengesetzt-elektrisirte Flächen gestellte Kerzenflamme, die —E-Gegenfläche stärker erhitze, als die +E-Fläche, und erachtete dieses für einen Beweis, daß die Ansicht der Unitarier (S. 1710) die richtige sey, indem das +E der —E-Fläche zuströmend, diese erwärme, was umgekehrt nicht vorkomme. Davy erklärte dieses Verhalten aus dem der sog. unipolaren Leiter; **) Brande's Versuche bestimmten

---

*) Berührt man mit den Fingerspitzen schwingende Stimmgabeln, so erhält man prickelnde Stöße, die kaum und nur der Schnelligkeitsfolge nach einigermaaßen zu unterscheiden sind. — Mit obigen Elektrisirungsreihen vergl. die S. 844 mitgetheilte Spannungsreihe.

**) Erman (Gilb. Ann. XXII. 14 und XXIV. 407) sah durch trockene Seife das E des einen wie des anderen Pols einer isolirten galv. Säule — deren Poldrähte zuvor sich elektrisirt genug gezeigt hatten, um (jeder derselben für sich) auf ein Blattgoldelektrometer wirken zu können — verschwinden, wenn er sie einer Seits mit dem einen der Pole und entgegengesetzter Seits mittelst eines Metalldrahtes mit der Erde leitend verbunden hatte; das E des von der Seife nicht berührten Pols wurde durch jene vorausgesetzte Ableitung des Gegen-E

ihn zu der Folgerung, daß die elektrische Gegenwirksamkeit der Flamme den Hauptgrund der hieher gehörigen Erscheinungen enthalte. B. fand, daß Verbrennungsflammen, α) so lange sie unverbrannte brennbare Stoffe, zumal Carbon (z. B. des Rußes der Kerzenflammen) enthalten, zur — E Gegenfläche gezogen werden, weil sie elektropositiv sind, β) daß sie dagegen zur entgegengesetzten (+ E-) Fläche sich wenden, wenn sie verbrannt elektronegative Erzeugnisse gewähren, und γ) daß sie jene Fläche vorzugsweise anwärmen, zu welcher sie sich wenden; so

---

in seiner Spannung erhöhet. Berührte dagegen die Seife gleichzeitig beide Pole, so trat die anfängliche Divergenz (Auseinander-Bewegung) der Blattgoldstreifen jedes Pol-Elektrometer wieder ein, woraus zu erfolgen schien: die Seife verhalte sich, dem vorigen Versuch entgegen, nun als Nichtleiter. Berührte man nun die in solcher Weise mit beiden Polen verbundene Seife, mit einem Leiter, der zur Erde herabreichte, so verschwand augenblicklich die Divergenz des — E-Pol-Elektrometer, die des + E-Pol vergrößerte sich dagegen; sonach schien die Seife unipolar und zwar nur — E zu leiten, während sie doch zuvor auch das + E einseitig aufhob (ableitete). E.'s weitere Versuche ließen ihn folgern: es giebt eine dreifache Verschiedenheit der unvollkommenen Leiter, nemlich: 1) bipolare; sie zeigen das E jedes der beiden Pole, dem sie nahe sind und theilen sich demnach in zwei Zonen, eine elektropositive und eine elektronegative, das Wasser und die in demselben gelösten Neutralsalze gehören dieser Abtheilung an; 2) + unipolare; sie leiten + E (zu ihnen zählte E. O- u. H-haltige Flammen), und 3) — unipolare: Phosphorflamme, trocknes (durch Trocknen börnsteinfarbenes) Eiweiß, trockne Seife. Die Flamme des brennenden Schwefels erachtete E. für einen Nichtleiter, sie den Oelen, Harzen und dem Glase anreihend. Biot sah trockne Seife schwache Säulen vollständig entladen, was Alkoholflamme nicht so vollkommen vermochte; Configliachi und Brugnatelli fanden die durch trockne Seife verbundenen Pole einer starken Säule nie in elektroskopischer Hinsicht stets weniger wirksam, als jene einer dergleichen ungeschlossenen Säule, welche keine zwischen liegende Seife berührten. Configliachi und Brugnatelli (und zum Theil auch Ritter) neigten sich zu einer der Brande'schen ähnlichen Erklärung der hieher gehörigen Verhalten (die Seife entwickelt gegen den negativen Pol +, gegen den positiven — E). — Gehlen's Journ. f. Phys., Chem. u. Mineralog. LV, 463 ꝛc. Prechtl (Gilb. Ann. XXXV, 28) glaubte ungleiches Leitungsvermögen der entgegengesetzten Endseiten der Seife und ihrer Vertreter voraussetzen und die Ungleichheiten bei den Flammen: von ungleicher Erhitzung ihrer den Polen entgegenstehenden Seiten, so wie jene der Seife, des Eiweißes ꝛc. von ungleicher oder einseitig vorhandener Feuchtigkeit ableiten zu können. Ohm (Schweigger's Journ. LIX, 385 ff.) unterwarf alle diese und andere ihnen beigesellte Ansichten einer durch neue Versuche geleiteten Prüfung, der zufolge die Seife in jenen Versuchen nicht schon unipolar war, sondern es erst in ihnen, in unmeßbar kurzer, erster Berührungszeit dadurch wurde, daß die den Polen nächste Schichten der elektrisch-chemischen Zersetzung erlagen und so die nicht leitenden Fettsäuren der Seife zur örtlichen Ausscheidung und Sonderung brachten ꝛc. Einen ausführlichen Auszug von O.'s Abh., begleitet von einigen Bemerkungen des Verfassers dieses Handbuchs, findet man in dessen Rückblick auf Physik und Chemie des Jahres 1830; vergl. m. Arch. XXI. 362 ff. — Bonnycastle und später Letrina, lud eine Leydener Flasche, die 6 Fuß von einem geladenen Conductor fernte, lediglich dadurch, daß er auf den Knopf derselben eine brennende Lampe stellte.

sah er z. B. verbrennendes HS-Gas als Flamme zunächst der —E Gegenfläche sich zuwenden und diese etwas anwärmen, dann aber ihren SO_2haltigen Verbrennungs-Wasserdunst zur +E-Fläche hinüber biegen; ähnlich verhielt sich die Flamme von H_3 As, H_3P; CS_2. Wo das Verbrennen sofort zur Bildung starker Säuren führte, z. B. beim P, H+Ch erfolgte lebhafte Bewegung zur +E-Fläche (Lakmus-papier, was diese theilweise bedeckte, röthete sich, während das der entgegengesetzten Fläche blau blieb); war hingegen das Verbrennungs-Erzeugniß basisch, z. B. verbrennendes K, so erfolgte die entgegenge-setzte Bewegung; im ersteren Falle wurde das +E, im letzteren das —E der anziehenden Gegenfläche zu OE ausgeglichen, was für die unausgeglichen gebliebene Gegenfläche scheinbare Unipolarität ergab.

i) Entladet sich eine Gewitterwolke an einem Ende, so stellt sich am ent-gegengesetzten, sey es durch das entgegengesetzte E einer zweiten neben oder unter diesem Ende befindlichen Wolke, oder der Erde das elek-trische Gleichgewicht der ersteren Wolke wieder her; man nennt dieses den Rückschlag und erläutert ihn künstlich durch einige Baumwoll-Flocken, die man mittelst eines seidenen Fadens an den zu ladenden isolirten Conductor hängt, oder durch ein Bennet'sches Elek-trometer, das man nicht zu fern vom elektrisirten Conductor auf-stellt; so oft man dem Conductor einen Funken entzieht, ebenso oft bewegen sich auch die Blattgoldstreifen des Elektrometers. Aehnlich verhält sich ein frisch bereitetes sog. Froschpräparat,*) das man an einem seidenen Faden entfernt vom Conductor (innerhalb seiner elektrischen Atmosphäre) aufgehängt und mittelst eines an einem der Füße befestigten dünnen, feuchten, feinen Zwirn- oder besser: nicht dickeren Metallfadens mit der Erde in leitende Verbindung gebracht hatte; jeder dem Conductor entzogene Funke ist von einer krampfhaf-ten Zuckung des Präparats begleitet, und zwar auch dann noch, wenn dieses von dem mäßig großen Conductor gegen 36 Fuß fernt. Aloys Galvani (weil. Prof. der Arzneikunde und ausübender Arzt zu Bo-logna; geb. daselbst 1737, gest. 1798), machte im Jahr 1790 eine

*) Man erhält dergleichen Präparate leicht, wenn man einen lebenden Frosch (der braune Grasfrosch, Rana temporaria, eignet sich hiezu wenigstens ebenso gut, als der grüne Wasserfrosch und der Laubfrosch, R. escu-lenta und R. arborea) unmittelbar unterhalb der Vorderfüße, mittelst eines Schnittes einer Scheere durchschneidet, dann dem hinteren Leibtheil die Haut abzieht und den Schenkelnerven mittelst einer Lanzette entblößt. Gilt es nur die Erregbarkeit des Präparats zu zeigen, so ist letzteres unnöthig; man durch-sticht in diesem Falle das Präparat in der Nähe des Rückenmarks mit einem Me-talldraht und berührt diesen mit einem andern Metalle (z. B. mit einem Kupfer- oder Silber-, Platin- rc. Draht), der zugleich mit der zuvor genäßten Stelle eines der Schenkel in leitender Verbindung steht; oder man hängt es mittelst des ersteren Drahts an den einen Pol einer Volta'schen Batterie auf, und be-rührt dann den Schenkel mit dem verlängerten Draht des anderen Poles.

dem letzteren Versuch ähnliche, erste Wahrnehmung an einem zufällig ohnfern des elektrisirten Conductors einer Elektrisirmaschine befindlichen Froschpräparats, in welchem zuvor der Schenkelnerve vom Muskel getrennt und bloßgelegt worden war. In dem Augenblicke nämlich, da er diesen Nerven mit einer Messerspitze berührte, entzog ein Anderer dem Conductor einen Funken; sofort gerieth das Präparat in heftige Zuckungen; Wink genug, um das zufällige Ereigniß in Form mannigfach abgeänderter, zunächst von G., so wie von Valli, Carminati und Volta (im Jahr 1794) wiederholter und von ihnen mannigfach erweiterter Versuche wissenschaftlich zu verfolgen. Galvani glaubte aus seinen Versuchen folgern zu dürfen, daß in den thierlichen Leibern eine von der gewöhnlichen Elektricität verschiedene, von ihm thierliche genannte, walte und unter anderen den Wechsel der Zusammenziehungen und Wiederdehnungen der Muskeln begründe.*) Volta's Versuche, so wie die späteren von Ritter, A. v. Humboldt u. A., zeigten das Irrige dieser Voraussetzung, indem sie darthaten, daß es die bekannte gewöhnliche Elektricität sey, welche bei jenen Versuchen sich bethätige und spätere hieher gehörige

*) Vergl. m. Grundr. d. Experimentalphysik I, 516 ff. u. II, 2 ff. Man kann zu den obigen Rückschlags-Frosch-Versuchen auch eine Leydener Flasche anwenden, neben der man das Präparat aufhängt; man entladet dann den innern (+E-) Beleg durch zeitweilige Berührung eines mit isolirtem Griff versehenen Entladers. Wendet man dazu zerlegbare Flaschen an, bestehend aus zwei einzeln bewegbaren Zinnplatten, von denen jede in der Mitte einer ihrer Seiten mit einem eingekitteten gläsernen Griff versehen ist, zwischen denen eine Glasplatte gelegt wird, während man sie (die eine der Platten mit dem elektrisirten Conductor, die andere mit der Erde in leitende Verbindung gebracht) ladet und geladen erhält, so zeigt dann das Froschpräparat, nachdem es frei schwebend die letzten Rückschlags-Zuckungen dargeboten hatte, und nachdem der Entlader dem Belege kein Fünkchen mehr zu entziehen vermag, noch die kleinste Spur des Rückstandes an, wenn man seinen Aufhängedraht mit dem zweiten Knopf des gabelförmigen Entladers berührt, während der erste Knopf die +E geladen gewesene Zinnplatte berührend trifft, die Hand des Versuchanstellers aber einen der Füße des Präparats mit feuchtem Finger berührt. Ueber wirkliche, in lebenden Thieren freithätig entwickelte Elektricität, s. m. Experim.-Phys. II, 61 ff. Todd's Beobachtungen gemäß sieht man dem Zitterrochen jene Anstrengung, welche der von ihm zu ertheilende Schlag ihm kostet, an den Augen an; ein Roche, der viele Schläge zu ertheilen sich genöthigt sah, erschöpft sich in solchem Maaße, daß er eher stirbt, als ein anderer, dem man das Erschütterungsorgan aufgeschnitten hatte, eine Körperverletzung, mit der jene Anstrengung es in Bewegung zu setzen, von selber endet. Auch bei den elektrisch leuchtenden Thieren scheint solch Leuchten von der Willkühr des Thieres abhängig zu seyn; Schweigger's Journ. X, 410, 432 ff. Romer erhielt von einer Katze, deren Brust er (bei sehr trockner Luft) berührte, während er ihren Rücken mit der anderen Hand strich, Erschütterungsschläge; Gilbert's Ann XVII, 31. — Uebrigens gewährt schon die Berührung des entblößten Nerven des Froschpräparats mit dem Muskel, schwache, bei Mitanwendung guter, feuchter Leiter (z. B. verdünnter Schwefelsäure; auch Kali-Lösung) stärkere Zuckung.

Untersuchungen, insbesondere jene Michael Faraday's, setzten außer Zweifel, daß aller Unterschied der verschiedenen Weges hervorgegangenen Elektricität (oben S. 842 u.) lediglich auf deren ungleichen Dichte beruhe; d. h., die Elektricität als eigenthümliche Bewegungsform der beweglichen Raumerfüller betrachtend, daß es nur eine dergleichen Bewegungsform (nur ein E; S. 1703 Anm.) gibt, die aber verschiedene Wirkungen zur Folge hat, je nachdem (wahrscheinlich nach Maaßgabe ursprünglicher, vom Widerstande des Stoffes und bei festen Körpern von der Verschiedenheit der Theilchen-Stellung oder Innengestaltung, so wie von Mit- und Nebenwirksamkeit der Wärme abhängiger Geschwindigkeit) davon gleich von vorn herein verschiedene Massenantheile des beweglichen Stoffes ergriffen werden. Das Coulomb'sche Gesetz der Fernewirkung (S. 1643) ist bei jeder sogenannten Art von Elektricität, dasselbe; die gegenseitige Abstoßung zweier gleichnamig elektrisirten, frei beweglichen Körper steht im verkehrten Verhältniß des Quadrats der Entfernung (oben S. 1643, 1659); die Dichte oder Menge der (als flüssige Eigenwesen erachteten) Elektricitäten bedingt das Maaß der Abstoßung oder Anziehung der Gegenflächen und dieses Maaß verhält sich, bei Stoffen von gleich großer Oberfläche, wie das Product aus der Dichte beider Elektricitäten, wie solches geeignete Versuche mit dem Drehwagen-Elektrometer (S. 1713) leicht darthun.

1) Faraday bezeichnet jenen Vorgang, in welchem chemische Verbindungen durch Elektricität zersetzt werden, als eine, in Richtung des elektrischen Stroms zur Bethätigung gelangende, innere Corpuscular-Action, die von einer Kraft herrühre, welche wirke, indem sie entweder der chemischen gegenseitigen Anziehung der Stoffe beitrete, oder derselben Richtung ertheile. Indem er hiemit nur einen elektrischen Strom voraussetzt, entscheidet er sich damit zugleich für Franklin's in dieser Hinsicht gleichlautende Voraussetzung. „Die zu zersetzende chemische Verbindung kann betrachtet werden, fügt F. erläuternd hinzu, als eine Masse wirkender Theilchen, von denen alle jene, welche in der Richtung des elektrischen Stromes liegen, zu der Endwirkung beitragen.“ „Die chemische Anziehung der Theilchen werde dabei, durch den Einfluß des Stromes, parallel seinem Laufe, in der einen Richtung vermindert, geschwächt oder theilweise neutralisirt, in der anderen dagegen verstärkt und unterstützt, wobei es dann geschehe, daß die verbundenen Theilchen eine Neigung erhalten, entgegengesetzte Wege einzuschlagen.“ Dieses Neigung-erhalten erinnert an Newton's Neigungen oder Anwandelungen des Lichtes, leicht durch- und leicht zurückzustralen, welche derselbe zur Erklärung der Entstehung der Farbenringe voraussetzte, und die vor mehreren Jahren vorzüglich von Biot zu gleichem Zwecke wiederum benutzt wurden (m. Experimentalphysik II, 503—505); Neigungen sind jedoch, nimmt man sie für mehr als für Erfolge

der Beharrung (Trägheit) bei nicht selbstthätigen Wesen ebenso wenig statthaft, als die Voraussetzungen von, den Grundstoffen und deren körperlichen Verbindungen eigenen Bestrebungen (S. 271 Anm.). Beachtenswerth ist außerdem bei der von F. vorausgesetzten Wirkungsweise des sog. Stroms, daß dieser, chemische Verbindungen zersetzend (an den S. 1472 gedachten, erinnernd), ist er galvanisch hervorgegangen, nur in der gegenseitigen chemischen Einwirkung der Glieder galvanischer Ketten seinen Grund haben soll, während Volta (durch Versuche, die von Mehreren bestätigt worden) nachgewiesen hatte, daß zwei sich berührende, ungleich gute, nicht flüssige Leiter (V.'s Leiter erster Klasse, wohin Metalle, so wie Nerven und Muskeln gehörten, indessen wässrig flüssige Leiter die zweite Klasse bildeten), z. B. eine Zinkplatte und eine Kupfer- oder besser Silberplatte, oder Nerv und Muskel (a. a. O. S. 1 ff.) sich gegenseitig entgegengesetzt elektrisiren, indem der bessere als solcher, nach Franklin und Volta, E überwiegend anziehende Leiter +E, der schlechtere —E erhält. *) Vergl., so wie über die elektrische Spannungsweise der Grundstoffe oben Seite 841—845. **) Hinsichtlich der gewöhnlich zur Darstellung einfacher, wie zusammengesetzter galv. Ketten in Gebrauch genommenen Metalle, ist folgende Spannungsreihe, bei ursprünglich gewöhnlicher Fühlwärme, erfahrungsgemäß: +E Zink, Blei, Zinn, Eisen, Kupfer, Silber, Gold, Platin, Kohlen —E. Die sonst gewöhnliche Voraussetzung hinsichtlich der elektrischen Beschaffenheit des wässrig-flüssigen Schließungsbogens, sowohl in jenem des Amsterdamer Versuchs (S. 1705), als auch in dem einfacher galvanischer Ketten und dergleichen Batterien ꝛc., so wie in seinem elektrochemischen Verhalten war die 1805 von Th. v. Grotthuß veröffentlichte, die jedoch zu jener Zeit und früher schon von Mehreren (auch vom Verf. dieses Handbuchs ***) getheilt

*) Von den Metallhyperoxyden sind es die metallisch glänzenden [das oben S. 1727 erwähnte PbO_2, das bis jetzt nur galvanisch und zwar zuerst von Ritter dargestellte AgO_2, das gleichen Weges von R., so wie von Ruhland gewonnene Platin-Hyperoxyd], welche als Elektricitäts-Leiter den schlecht leitenden Metallen und der Kohle sich anschließen; in wiefern das Leiten der Elektricität durch Metalle von Spiegelungs-Bewegungen unterstützt wird (vergl. S. 97 und 111), ist unentschieden. Die von Ritter dargestellten, von Ruhland bestätigten glanzlosen Metallhydrogenüre leiten schlechter, als die glänzenden Hyperoxyde. Vergl. m. Experimentalphysik II, 28. 110 ff.

**) Ueber Ritter's und Humphry Davy's galvanische Hydrogenirungen des Tellur s. a. a. O. S. 111. Ueber Ritter's und Brugnatelli's fragliche Metall-Subhydrogenüre oder sog. Hydrogen-Ladungen der Metalle s. a. a. O. S. 29. Metalloxyde leiten in der Regel weit schlechter als die glänzenden Hyperoxyde.

***) Im Winter 18 04/05 legte ich zu Jena, in meinen Vorträgen über Experimentalchemie, indem ich sie unter andern auch durch galvanische Zersetzungen erläuterte, den zugehörigen Erklärungen dieselbe Ansicht zu Grunde, indem ich zugleich folgenden, späterhin zum Oefteren wiederholten Versuch daran

wurde; sie lautet: der sog. positive Pol (der Metalldraht des ersten Conductors, des letzten elektropositiven Gliedes der galvanischen Kette und Batterie oder der Zinkpoldraht) zieht die elektronegativen Bestandtheile (z. B. das O des Wassers, das Ch der Hydrochlorsäure, die Oxygensäuren der Oxygen-haltigen Salze ꝛc. an, stößt dagegen aber die elektropositiven desselben zersetzlichen Schließungsbogens ab; der entgegengesetzte negative Pol (der Draht des zweiten Conductors, jener des letzten elektronegativen Gliedes der galv. Kette oder Batterie ꝛc.) wirkt dagegen anziehend auf die elektropositiven Bestandtheile desselben Schließungsbogens, während er gleichzeitig die ihm in elektrischer Hinsicht gleichnamigen Bestandtheile von sich entfernt. Beide Wirkungen, die anziehenden, wie die abstoßenden, ständen im verkehrten Verhältniß des Quadrats der Entfernungen, so daß zwischen denen die Pole berührenden letzten Flüssigkeitsschichten des Schließungsbogens, Reihen entstehen von Zersetzungen und Wiederzusammensetzungen (S. 910) der zwischenliegenden Theilchen. Die Kraft dieser Theilchen sey übrigens durchgängig gleich groß und gleich andauernd. Wo an den Polen Gase hervorgehen, kämen diese wahrscheinlich zu Stande durch die zugehörigen Elektricitäten (eine Meinung, die schon früher auch Ritterl, Winter u. A. für wahrscheinlich hielten; oben S. 910). Es begegnete diese Ansicht, anscheinend gleich von vorn herein, dem, besonders bei späterer Zeit (mittelst des Multiplicators oder Galvanometers, S. 1643) möglich gewordenen Einwurfe: daß der Schließungsbogen durchgängig gleiche elektrische Wirksamkeit (z. B. gegen die freischwebende Magnetnadel des Multiplicators) darbiete, weil sie

knüpfte: den Schließungsbogen bildete eine Vorrichtung, ähnlich der sog. unterbrochenen einfachen galv. Kette; in ein Glas mit im Wasser gelöstem Kali tauchte der Zinkpoldraht, in ein zweites, verdünnte Schwefelsäure enthaltendes der Kupferpoldraht; die Flüssigkeiten beider Gläser verband eine kurze, zweimal (an jedem Ende einmal) rechtwinklig gebogene, an beiden Enden offene, mit Wasser gefüllte Glasröhre; nach mehreren Stunden zeigte das Wasser des ersten Glases saure, das des zweiten basische Gegenwirkung; späterhin ließ ich dergleichen Kreuzungen chemisch entgegengesetzter Stoffe durch meinen Oberleib und überhaupt durch lebende Leiber vor sich gehen (m. Experimentalphysik II, 138) und stützte auf diese und ähnliche Versuche meine Vorschläge zu (zweierlei) neuen galvanischen Heilungsverfahren, vorzüglich Zersetzungen und Entführungen, z. B. der Harnsteine, der podagraischen Knoten, der eine oder die andere sog. Augenfeuchtigkeit trübenden Stoffe ꝛc. Vergl. m. Einleitung in die neuere Chemie (Halle 1814. 8.) S. 354. Bereits 1806 (m. Beiträge, Heidelberg u. Frankfurt, 1806 u. 1807, 8.) leitete ich das Vorkommen mancher Fossilien von muthmaßlich stattgehabten galvanischen Strömungen ab, vergl. oben S. 911. Aus den weiter oben angeführten Gründen gab ich später die v. Grotthuß'sche Erklärungsweise auf, und ebenso jene, durch welche ich sie abänderte, als ich später voraussetzte, daß nur eine Elektricität gegeben sey, daß aber die von ihr mehr oder weniger befreiten Stoffe (die negativ elektrischen), als solche anziehend wirken auf alle Stoffe, welche von +E abgestoßen werden. Zu jenen organischen Zersetzungen ist der inducirte Strom des Neeff'schen Apparats sehr brauchbar.

vorausſetzte, daß nur die „Summe der beiden E“ Punkt für Punkt im Schließungsbogen gleich zu seyn brauche, wenn von demselben durchgängig gleiche Wirksamkeit geübt werden solle. Erwägt man indessen, daß, um z. B. Wasser zu zersetzen, nicht ein Kleinstes von +E und ein Größtes von —E, oder umgekehrt, ein Größtes von +E und ein Kleinstes von —E ausreicht, sondern daß beide E größengleichheitlich von entgegengesetzten Richtungen her darauf einwirken müssen, und daß, wäre v. G.'s Ansicht richtig, bei Zersetzung eines im Schließungsbogen-Wasser gelösten Oxygen-Salzes (z. B. des $KO\ SO_3$) nothwendig vom +E nach dem —E-Pole hin, Punkt für Punkt die Menge des Salzgründers und mithin dessen mögliche chemische Gegenwirkung zunehmen, die der Säure dagegen sich mindern müsse (während die Säure sich verkehrt verhalten würde), so wird daraus das Unhaltbare jener Ansicht klar, auch spricht dagegen das elektrochemisch-polare Verhalten der in einer Glasröhre gereiheten Kupferdrahtstückchen, mit ihren polarischen Pb und PbO_2 Ablagerungen, die vom —E-Pol bis zum +E-Pol unausgesetzt vor sich gehen, und dann, unter andern auch das eines wässrigen, mit etwas Glaubersalz versetzten Blaukohl-Auszugs, den man den wagrechten Theil einer an beiden Enden rechtwinklig gebogenen, mit beiden senkrecht stehenden Schenkeln aufwärts gerichteten Glasröhre gegossen hatte, um darauf gleichzeitig beide Schenkel mit reinem Wasser zu füllen, und gefüllt das Wasser des einen derselben mit dem +E-Pol-, das des andern mit dem —E-Pol-Draht in leitende Verbindung zu bringen. Gehörig vorgerichtet, ist die Flüssigkeit jedes der Schenkel, vor der galv. Verbindung, schwach, die des wagrechten Röhrentheiles mehr gesättigt, blau; bald tritt am —E-Pol Grünung, am +E-Pol Röthung ein, aber der wagrechte Flüssigkeitstheil bleibt durchaus vollkommen blau. Aehnliche Verhalten, wie das dieses letzteren Versuchs, bestimmten wahrscheinlich Biot zu der Folgerung, daß (im wässrig-flüssigen) Schließungsbogen nur an den Polen, hingegen nicht in der Mitte zersetzt werde; hier leite die Flüssigkeit nur und sey mithin, was Volta voraussetzte, als er die Leiter seiner zweiten Leiterklasse als Stoffe bezeichnete, welche die Elektricität nur zu leiten, aber (durch Berührung) nicht zu erregen vermögen, welches Letztere er allein bei seinen Leitern erster Klasse für möglich hielt; das Irrige dieser V.'schen Ansicht, widerlegten die erwähnten nur aus wässrigen Flüssigkeiten zusammengesetzten galv. Ketten, gegen Biot's Annahme, und damit zugleich gegen die von de la Rive, sprechen die zuvor berührten Verhalten des Schließungsbogens zu dem Multiplicator oder zu jenen Kupferdraht-Stückchen. Letztgenannter Physiker folgerte nämlich späterhin (im J. 1825) aus den Zersetzungs-Erscheinungen des wässrigen Schließungsbogens, indem er das Vorhandenseyn von zweierlei elektrischen Flüssigkeiten als erwiesen voraussetzte, daß der +E-Strom (bei der

Wasser-Zersetzung) mit dem H, der —E-Strom mit dem O sich physisch verbinde, und ebenso der erstere (bei Zersetzungen von Salzen) mit den Salzgründern, oder, statt derselben, mit den Metallen, der letztere dagegen mit den Säuren oder mit den O-Vertretern (z. B. bei der Zersetzung der Erzmetall-Chloride mit dem Chlor ꝛc.), daß dann aber, wenn der +E-Strom, also beladen, bei dem —E-Pol anlange, derselbe, kraft der Leitung des Metalles dieses Pols, den bis dahin fortgeführten, wägbaren Stoff verlasse und an das Polmetall übergehe, und daß sich ebenso der —E-Strom verhalte, wenn er mit seiner Stoffbeladung den +E-Pol erreiche. Warum aber diese Ströme nicht gleich von vorn herein, der bessern Leitung der Polmetalle folgend, sich mit jenen Stoffen zu beladen vermögen, darüber äußerte sich de la Rive nicht, und ebenso auch darüber nicht, wie dann noch Seitens des Gegenpols eine Entströmung möglich werde, wenn dem —E-Strom des —E-Pol ein +E-Strom und dem +E-Strom des +E-Pol ein —E-Strom entgegenfließe, da ja, wo beide E räumlich entgegen oder zusammen treten, nothwendig OE entstehen muß. Unterwegs, zwischen denen die Pole berührenden Schließungsbogen-Schichten, fänden, setzt de la Rive hinzu, weder (elektro-) chemische Zersetzungen noch dergleichen Wiederzusammensetzungen statt. — Indem Faraday die im Schließungsbogen eintretenden Zersetzungen als eine Folge der inneren Corpuscular-Action (d. i. offenbar: der erregten chemischen Gegenbethätigung) des elektrischen Stroms (der gegenflächlich-polarischen Bewegung; S. 164, 177 u. 326) betrachtet und hinzufügt, daß die an den Polen zur Ansammlung oder Ablagerung gelangenden Stoffe (aus dem Schließungsbogen) herausgestoßen würden, gibt er damit zu erkennen, daß er die chemischen Verbindungen nicht als zur räumlichen Einung gelangte, sondern als neben einander gelagerte, kraft ihrer gegenseitigen chemischen Anziehung in solcher Nebeneinanderlagerung beharrende Stoffe betrachtet, deren gegenseitige Anziehung jedoch durch den, an Geschwindigkeit alle übrigen, in dieser Hinsicht bekannten Bewegungen (die der allgemeinen Anziehung oder Schwere ausgenommen; S. 1612) übertreffenden elektrischen Strom aufgehoben werden könne und im flüssigen Schließungsbogen aufgehoben werde. Da F. jedoch nur einen elektrischen Strom (nur eine Elektricität) anerkennt, so bleibt zur Erklärung der an beiden Polen erscheinenden Zersetzungs-Stoffe, im Sinne dieser F.'schen Ansicht, nur die weitere Annahme übrig, daß ein und derselbe Strom im zersetzbaren Schließungsbogen zweierlei Stoffbewegungen begründe: eine unmittelbare, in der Richtung des Stroms sich fortpflanzende, und eine mittelbare (Rückstoß-ähnliche), welche die von der unmittelbaren zurückgelassenen, der von ihr fortgestoßenen chemisch entgegengesetzten Stoffe die dem elektrischen Strom entgegengesetzte Richtung ertheilt. Da übrigens die Ablagerung an den Polen zunächst offenbar nur erfolgt, weil hier die

Beweglichkeit und, bei metallenen Poldrähten die chemische Zusammengesetztheit des Schließungsbogen-Leiters endet, so ist auch in Fällen, in welchen statt der Metalldrähte, sehr schlechte Leiter, z. B. Wasser, Luft zc. die Ketten-Endglieder begrenzen, Gleiches zu erwarten. *) Dort, wo sich im zersetzlichen Schließungsbogen keine geschiedene (chemisch isolirte) Zersetzungsstoffe mehr vorfinden, dort haben dergleichen zuvor schon getrennt gewesene Stoffe sich bereits wiederum vereinigt, wie solches z. B. mit jenem KO und jener SO_3 der Fall war, welche Humphry Davy, als $KO\,SO_3$ in Wasser gelöst, in Form einer zehn Zoll langen (von einer Glasröhre eingeschlossenen) Rundsäule den beiden Poldrähten einer Volta'schen Batterie aussetzte; da er dann nur 4 Zoll von jedem der Pole abwärts, nach der Mitte hin, vom +E-Pol ab: Schwefelsäure, vom —E-Pol ab: Kali, in den übrigen mittleren zwei Zoll nur neutrales schwefelsaures Kali vorfand. — Ueber Faraday's Nachweisung des Verhältnisses der galv. Zersetzung zu den stöchiometrischen Werthen der Zersetzungsstoffe, s. oben S. 911. Ritter folgerte aus seinen galv. Erregungs-Versuchen, betreffend die einem Leiter zukommende Stelle in der Spannungsreihe (von ihm erschlossen aus der Größe der erregenden Wirkungen, welche z. B. ein und dasselbe Metall, in Verbindung mit den in dieser Hinsicht zu prüfenden Metallen, auf Muskel- und Nervenfaser eines Froschpräparats ausübt; m. Experimentalphysik II, 57), daß die durch zwei verschiedene Metalle hervorgebrachten Wirkungen der Art sich verhalten, wie die Verwandtschafts- (chemischen Anziehungs-) Unterschiede zum Oxygen; m. Experimentalphysik II, 33 u. 57 ff.

μ) Sowohl hinsichtlich der im Schließungsbogen vorkommenden Zersetzungen, als auch überhaupt in Absicht auf galvanische Wirksamkeit der einfachen wie der zusammengesetzten Ketten, sowie auf alle darauf bezügliche Erscheinungen und Anwendungen (auf Telegraphie,

*) Daß jene Zersetzungen, welche elektrische Funken in zusammengesetzten Gasen, z. B. im HS-, H_3 P-, H_3 As- zc. Gase zu Wege bringen, indem sie dieselben in ihre Bestandtheile (in H-Gas und S- und P- und As-Dampf) auseinandergehen machen, nicht lediglich als Folgen der durch den Funken erzeugten Gaspressungs-Hitze, sondern zugleich auch der: in solchen Gasen, durch den Funken entstandenen gleichnamigen Elektrisirungen und daraus erwachsenen elektrischen Abstoßungen zu betrachten sind, dafür spricht, daß es bis jetzt nicht gelungen ist, die gasige Hydrochlorsäure lediglich durch Hitze zu zersetzen, die dagegen allerdings die zuvor bezeichneten Gase gerade so in ihre Bestandtheile zerfallen macht, wie es Seitens des elektrischen Funkens der Fall ist. Wenn sich aber auch zeigen sollte, daß HCh-Gas in H und Ch aus einander tritt, sofern es, wie das Wasser in Grove's Versuch (S. 1639), heftigster Weißgluth ausgesetzt wird, so läßt sich doch auch von solcher Gluth voraussehen, daß sie H und Ch gleichnamig elektrisire. Elektrisches Zersetzungslicht bietet übrigens auch dar (im Dunkeln vollkommen merkbar) das Knallgold (vergl. S. 1733 Anm.); setzt man es dabei mit einem guten Elektrometer in Verbindung, so zeigt dieses das entwickelte E an.

Maschinenbewegung, Galvanoplastik ꝛc.) wurde ungemein wichtig die 1827 von Ohm gemachte Entdeckung des hieher gehörigen, nach dem Entdecker genannten Gesetzes, lautend: die Wirkungsgröße des Stromes einer galvanischen Kette ist gleich ihrer elektromotorischen Kraft, *) getheilt durch den Gesammtwiderstand der Kette.

*) Das ist: die an den gegenseitigen Berührungsstellen ungleich leitender, elektrisch entgegengesetzter Massenflächen wirkende Kraft (oder die an solchen Flächen zur Entwickelung gelangende elektrisch-polare Bewegungsgröße). Volta nannte anfänglich die von ihm im Jahr 1799 erfundene, im darauffolgenden Jahre allgemein bekannt gewordene, zusammengesetzte galv. Kette oder nach ihm benannte Batterie einen Elektromotor, betrachtete jedoch gleich von vorn herein jede durch Berührung erfolgte sog. elektrische Vertheilung, mithin jede einfache Kette als eine elektromorisch erfolgte; späterhin wurde die Benennung Elektricitäts-Beweger nicht nur für alle Erreger der Berührungs-Elektricität, sondern auch für alle bereits zu Stande gekommenen, entgegengesetzte Elektricitäten darbietenden Vorrichtungen angewendet, daher z. B. auch die geladene Leydener Flasche also benannt, Commotoren oder Excitatoren hingegen jene Glieder galvanischer Ketten, welche, Volta's Voraussetzung gemäß, die alleinigen Elektricitäts-Erreger in dergleichen physischen Verbindungen darstellen; z. B. Zink und Kupfer in der aus diesen Metallen und einer wässrigen, leitenden Flüssigkeit, oder einem nicht wässrigen Vertreter derselben zusammengesetzten einfachen galv. Kette. Daß durch Schmelzung zum Flüssigseyn und damit zugleich zur verstärkten Leitung gelangte schlechte Leiter oder sog. Isolatoren, und daß selbst starre Leiter der Art die wässrigen Leiter bei Bildung galv. Ketten zu vertreten vermögen, folgerte ich bereits 1812 vorzüglich aus dem Verhalten des Eisens zum damit erhitzten Schwefelstib, Schwefelmerkur ꝛc., dann später aus Zimmermann's hieher gehöriger und endlich auch aus Dykhoff's trockner Säule (S. 842), die statt des feuchten Leiters heißes Glas enthält. — Schließt man eine zusammengesetzte galv. Kette zuerst mittelst eines kurzen, dann durch einen ebenso dicken, aber sehr langen Kupferdraht, so zeigt der Draht im ersteren Falle weit größere Wirksamkeit, mithin weit beträchtlichere Stromstärke (weit schnellere elektrische Bewegung, mithin weit beträchtlichere Bewegungsgröße) als im letzteren; Ohm schloß hieraus auf den, solche (im letzteren Falle gegebene) Schwächung bewirkenden Widerstand; bezeichnet man nun diesen Widerstand mit W, die Stromstärke mit S und die vertheilende oder elektromotorische Kraft mit E, so ist, Ohm zufolge, $S = \frac{E}{W}$. Weitere von Ohm, Pouillet u. A. hieher gehörige Versuche lehrten, daß W mit der Länge des Drahtes im geraden, mit dessen „Querschnitts-“ und „Leitungs-Größe“ hingegen im „verkehrten“ Verhältniß steht. Setzt man jedes der folgenden Verhältnisse = I, nämlich Länge (l), Querschnitt (q), Leitungsvermögen (k), so ist $W = \frac{l}{qk}$. Ist aber die Länge des Drahtes $L = \frac{l}{qk}$, so leistet der Draht von der Querschnittgröße I und der Leitung I denselben Widerstand, und diese Länge wird dann die reducirte genannt. Ohne Widerstand würde im durchgängig beweglichen (flüssigen) Schließungsbogen, die elektrischpolarische Bewegung nicht zur chemischen Zersetzung führen, und ohne Ungleichheit solchen Widerstandes im flüssigen Schließungsbogen und in den Poldrähten, würde es nicht zu Ablagerungen (chemischen Isolationen) der in Folge der Zersetzung frei werdenden Gegenstoffe (Bestandtheile) an den Poldrähten kommen. Da aber der

b) Galvanismus, Elektromagnetismus und verwandte elektrische Bethätigungs-Verhältnisse.

Widerstand nicht nur von der Massen-, sondern auch von deren Leitungs-Größe abhängig, letztere aber bei Gasen sehr, bei unbedingt dunstfreien verschwindend klein ist, so können auch Gase, zumal kältungsbeständige (daher Lüfte) in gewissen Fällen die metallenen Poldrähte vertreten, und so kann man auch sowohl den Widerstand der fließlichen (tropfbar-flüssigen) als der gaslichen (gasigen) Theile einer galv. Kette, auf den Widerstand eines Stückes Kupferdraht von der Länge $= x$ zurückführen, dessen Querschnitt, so wie dessen Leitungsvermögen $= 1$ sind. Jener Widerstand, der dem elektrischen Strome dadurch erwächst, daß er aus dem Metall (oder, in Absicht auf Leitungsgüte, aus dem Metallvertreter; z. B. bei elektrischen Fischen aus der Muskel- oder der Nerven-Faser) in fließliche, schlechtere Leiter übergeht, heißt der (von Fechner und Poggendorff nachgewiesene) Uebergangswiderstand. Da nun der Widerstand jeder einfachen Kette, Vorstehendem zufolge, nothwendig gleich ist der Summe der Widerstände ihrer Glieder (oder sog. Elemente), so wird sich der erstere, sind letztere bekannt, auch leicht bestimmen lassen für zusammengesetzte Ketten oder Batterien, von denen übrigens Volta gleich von vorn herein nachwies, daß ihre Spannung (entsprechend der Beschleunigung der elektr. Bewegung) wächst mit der Zahl der ihr zugehörigen einfachen Ketten, und von denen Ritter zeigte, daß bei gleicher Anzahl dieser Ketten die chemische Wirksamkeit zunimmt mit der Gegenflächen-Größe ihrer Glieder, mithin mit der Menge der von diesen erzeugten E. Werden die zugehörigen elektromotorischen Kräfte durch E, E', E'' ꝛc., die Widerstände der einzelnen Ketten-Glieder mit r, r', r'' ꝛc. bezeichnet, während l den im Schließungsdraht erwachsenden Widerstand bedeutet, alle Widerstände aber durch die reducirte Länge ausgedrückt worden und Σ die Stromstärke solcher Kette bedeutet, so ist diese $\Sigma = \frac{E + E' + E''}{r + r' + r''} + l$ und können dabei die Wirkungen aller einzelnen Glieder und ihrer Widerstände als einander gleich erachtet werden, so wird Σ, bei n Gliedern $= \frac{n E}{n r + l}$. Die Uebereinstimmung dieser Ohm'schen Formel mit den Ergebnissen des Versuches läßt sich in ähnlicher Weise darthun, wie das Ohm'sche Gesetz, oder das Erfahrungsgemäße von $S = \frac{E}{r}$ oder $E = r S$. Den Einfluß des Schließungsdrahtes der, zu dergleichen Versuchen zu verwendenden (am besten aus wenigen, aber chemisch [und daher auch elektromagnetisch] sehr wirksamen einfachen Ketten zusammengesetzten) Batterien, bestimmt man dadurch, daß man zunächst die Wirkungs-Größe von zwei einzelnen Gliedern einer der einfachen Ketten (vorausgesetzt, daß dieser Kette die übrigen einfachen Ketten gleichen) ermittelt — am einfachsten: mittelst des (oben schon erwähnten) Multiplicators, dann aber diese Wirkungsgröße mit jener der ganzen Kette vergleicht, dabei jedoch stets denselben (kupfernen) Schließungsdraht verwendet. Nennt man, in Beziehung auf den mit u zu bezeichnenden (an sich fraglichen) Uebergangswiderstand (s. w. o.), den Widerstand des fließlichen Schließungsbogens (oder die reducirte Länge dieses Bogens) f, so ist $\Sigma = \frac{n E}{n r + l + u + f}$. Ist aber der Schließungsdraht von keiner Flüssigkeit unterbrochen und sein Widerstand l sehr klein, so zeigt sich $\Sigma = \frac{n E}{n r} = \frac{E}{r}$ und solchen Falles gewährt dann die zusammengesetzte Kette keinen stärkeren Strom, wie die einfache.

1784

a) Cavendish folgerte aus seinen Versuchen: daß das Wasser die Elektricität 400 Millionen mal schlechter leite, als das Eisen, und fand

---

Vermehrt man dagegen den Widerstand des Schließungsdrahtes (z. B. durch zwischen gelagerte Flüssigkeiten, oder durch sehr beträchtliche Verdünnung des Drahtes) in solchem Maaße, daß er jenen der Kette bedeutend übertrifft, so wird $\Sigma = \frac{n E}{l + n + r}$ und dieser Fall ist es, in welchem die Stromstärke der Batterie mit der Anzahl der Elemente (oder der einfachen Ketten, die man bei Batterien als deren Elemente betrachtet) wächst. Bedient man sich dabei aber m mal größerer Platten, so wird der Querschnitt der leitenden Zwischenflüssigkeit m mal größer, der Widerstand r dagegen m mal kleiner, während die vertheilende Kraft (die Spannung) unverändert bleibt; es ist dann $\Sigma = \frac{n E}{\frac{n r}{m} + l} = \frac{m n E}{n r + m l}$, hingegen wird $\Sigma = \frac{m E}{r}$, wenn l sehr klein, da dann die Stromstärke der Zahl der einfachen Ketten proportional ist. Vermehrt man aber die Anzahl der Elemente um m mal, so wird $\Sigma' = \frac{m n E}{m n r + l}$, und ist l sehr klein, $= \frac{E}{r}$ od. $\Sigma : \Sigma' = r : l$; es wird dann mithin, bei im Schließungsdraht also verkleinertem Widerstande, der Strom nicht durch die Anzahl der Elemente (der einfachen Ketten), sondern durch deren Gegenflächen-Größe verstärkt. In ähnlicher Weise, im Jahr 1746, wie Winckler eine geladene Kleist'sche Flasche durch einen sehr langen Metalldraht entlud, dessen Zwischenglied die Pleiße (bei Leipzig) darstellte; so Gruner (1803) eine mäßig starke Volta'sche Säule durch Drähte, die einen Landsee als wässrigen Schließungsbogen berührten; am —E-Draht erschien H-, am +E-Pol O-Gas; vergl. auch Gilbert's Ann. XIV u. XVIII, 340. Läuft der Leitungsdraht eines galv. Stroms in zwei (oder mehrere) ungleiche Leiter aus, so wirken diese Ausläufer einem Leiter gleich, wenn die Summe ihrer Leitungsgrößen der Leitungsgröße eines dergleichen gedachten Leiters gleich kommt, und letzterer ist dann durch einen wirklichen Leiter, in Absicht auf Vollständigkeit und Artung der Wirkung vollkommen ersetzbar. Gesetzt, es seien r′ und r″ die auf den Querschnitt I reducirten Längen beider Ausläufe und q der Querschnitt, so ist, Ohm's Gesetz gemäß, der in r″ entwickelte Widerstand gleich dem eines r′ langen und q zum Querschnitte habenden Drahtes; sofern sich nämlich $\frac{q}{r} = \frac{I}{r''}$ oder $q = \frac{r'}{r''}$ bewerthet. Beide Ausläufe haben dann die gleiche Länge r und mitsammen den Querschnitt q + I, und sind mithin ersetzbar durch einen diese Länge darbietenden Draht, der seinerseits vollkommen vertreten werden kann durch einen, von der Länge r und dem Querschnitt I, sofern bei diesen $\frac{I}{r} = \frac{q + I}{r'}$ ist. Setzt man nun statt q in dieser Formel obigen $\frac{r'}{r''}$ Werth, so erhält man $\frac{I}{r}$ (genannt das Leitungsvermögen des Drahtes) $= \frac{I}{r'} + \frac{I}{r''}$ es ist dann der Hauptstrom der Summe der Nebenströme (der Ausläufer) gleich. Angenommen es sei der Widerstand einer galv. Kette, deren vertheilende Kraft = E, sammt dem des Schließungsdrahtes, abgesehen von jenem der Auslaufdrähte = B, der ganze Strom = s und r = der Wider-

*

zugleich, daß im Wasser gelöstes Kochsalz dessen Leitungsvermögen beträchtlich erhöhe; wie er denn eine dergleichen Lösung von 1 Gewichtstheil Kochsalz zu 30 Wasser, letzteres 100 mal und eine gesättigte wässrige Lösung desselben Salzes es 700 mal an Leitungsschnelle übertreffen sah. Ritter sah noch beträchtlichere Leitungs-Beschleunigung eintreten, wenn er hiebei das Kochsalz durch Salmiak vertreten ließ, und daß noch weit größere Leitungs-Beschleunigung und damit, nach Volta's Ansicht, entsprechende Wirksamkeits-Erhöhung erfolge, wenn gewässerte Mineral-Säuren zu feuchten Leitern galvanischer Ketten gewählt würden, wandte dergleichen jedoch nur zur Zusammensetzung einfacher galvanischer Ketten an, hingegen nicht zu Volta'schen Säulen, zu deren Erbauung er, zumal wenn er sie aus sehr zahlreichen einfachen Ketten zusammensetzte, gemeinhin Gemenge aus Kochsalz, Salmiak, Ochsengalle- und Lakmus-haltigem Wasser zu wählen pflegte; indem er aber die Leitungsgüte sehr wasserarmer Mineralsäuren mit jener der gewässerten verglich, fand er, daß erstere durch den Zusatz mäßiger Mengen von Wasser an Leitungsschnelle beträchtlich gewinnen. Dasselbe gilt aber auch von allen im Wasser löslichen Salzen; zunächst, weil sie durch das Wasser flüssig, mithin hinreichend beweglich werden, dann aber auch: weil sie, zumal die Säuren, auf das Wasser chemisch aufregend einwirken und von demselben entsprechende erregende Rückwirkung erleiden. Was mäßig gewässerte Säuren in dieser Beziehung zu leisten vermögen, erfuhr lange vor Entdeckung des Galvanismus (im Jahr 1776) schon Fontana, als er das in mäßig starke Hydrochlorsäure gelegte Gold plötzlich mit vielen Gasblasen sich bedecken sah (ohne daß es dabei

standssumme beider Ausläufe, so ist $s = \frac{E}{Rr}$. Das Größte oder das Maximum der Stromstärke wird durch den Bruch $\frac{E}{R}$ ausgedrückt, und bei gleicher Ablenkung der (Multiplicator-) Magnetnadel verhalten sich die Stromstärken zweier Ketten verkehrt, wie die dem Schließungsdrahte eingeschalteten Längen. Hieher gehörige Stromstärke-Bestimmungen vollzieht man, handelt es sich von Messung starker Ströme, mit der Tangenten-Boussole, weil die Stromstärken, hatte man den Strom nur in der Richtung des (durch die freischwebende, unabgelenkte Richtung der Magnetnadel angezeigten) magnetischen Meridians auf die Magnetnadel einwirken lassen, sich verhalten, wie die Tangenten der Ablenkungswinkel; ertheilt man dagegen dem elektrischen Strome zwar die Richtung des magnetischen Meridians, dreht ihn hierauf aber so lange in jener Richtung, in welcher die Magnetnadel (durch den Strom) abgelenkt worden, bis beider Richtung, die des Stroms und jene der Nadel, dieselbe ist, so sind die Stromstärken proportional dem Sinus des Ablenkewinkels, wie solches nachzuweisen die Sinus-Boussole in den Stand setzt. Die Tangenten-Boussole ist von Weber, die Sinus-Boussole von Poggendorff sehr vervollkommt worden; über Ohm's Gesetz und die zugehörigen Erläuterungen, so wie über die genannten Boussolen vergl. mein Archiv III, 485. V, 214. XXI, 280, 353, 363 368 und Poggendorff's Ann.

aufgelöst wurde), wenn er es innerhalb der Säure mit oxydirbareren Metallen berührte; Ritter schätzte die hiebei eintretende galvanische Wirksamkeit jener einer galvanischen Säule gleich, die aus 2000 Zinkkupfer-Plattenpaaren mit eben so vielen, ihnen an Größe gleichenden (einen Pariser Würfelzoll Fläche darbietenden), mit Kochsalz-Lösung getränkten Pappscheiben erbauet worden war und der Verfasser dieses Handbuchs benutzte dieses Verhalten zwei, in derselben wässrigen Säure sich berührender Metalle, von denen das eine in der Säure unauflöslich ist, zur Bestimmung der Spannungsreihe der auflöslicheren Metalle, indem er jenes dieser letzteren Metalle, als das in dieser Hinsicht am meisten vom Golde (Platin, und noch mehr von der Kohle) abstehende betrachtete, das als solches am meisten H-Gas entwickeln machte; m. Experimentalphysik II, 19 ff. *) Besser gelingt solche Bestimmung jedoch mittelst des Volta-Elektrometers (S. 1747) und schärfer noch mittelst eines hinreichend empfindlichen Multiplicators; s. die letzte Anm. u. w. o.

β) Von denen in m. „Einleitung in die neuere Chemie" S. 103 ff. für möglich erachteten 15 bis 16 verschiedenen Arten Berührungs-Elektricität sind folgende, hinsichtlich hydroelektrischer Ketten, die am meisten geprüften: 1) zwei Leiter (aus Volta's) erster Klasse — z. B. Kohle und Zink, oder ein sog. edles und ein sog. unedles Metall, oder ein nur wenig oder gar nicht brennbares und ein leicht oxydirbares Metall; Mercur und Ammonmetall S. 862 — und ein auf den brennbareren dieser Leiter chemisch einwirkender wässrig flüssiger Leiter; 2) ein Leiter erster und zwei zweiter Klasse; z. B. Zink oder Sb, starke wässrige Kalilösung und Wasser; Zn, wässrige HCh und Wasser; Nerv, Muskel und wässrige Salz-Lösungen etc. (Fe erhält, nach Pfaff, gem. Alkali-Lösung +E); **) 3) drei

*) Hieher gehörige Versuche stellte ich bereits 1805/06 in Heidelberg und 1806 in Baden-Baden an; oben S. 1405.

**) Wasserarme flüssige Säuren erhalten gegen alle Metalle —E, stark gewässerte dagegen +E; indessen macht Azotsäure (und deren Neutralsalze) hievon eine Ausnahme, indem sie auch bei starker Wässerung gegen Metalle nicht +E, sondern —E erhält. Nur das Eisen bekommt, sie berührend —E, die verdünnte Säure (oder deren gelöste Salze) dagegen +E. Zu dergleichen und überhaupt zu galvanischen Versuchen wird metallisches Zink häufig in Gebrauch genommen; indessen erhält man hiemit sehr unsichere Ergebnisse, wenn man im Handel vorkommendes gewöhnliches anwendet, da dieses meistens viel Blei, auch wohl absichtlich zugesetztes Zinn und stets mehr oder weniger (häufig gegen 1 Proc.) Eisen enthält, von denen das letztere mit der ganzen Zinkmasse legirend verbunden ist, während Sn und Pb dieselbe nur streifenweise durchsetzen. Taucht man nun dergleichen käufliches Zn in verdünnte Säuren, so erfolgt nicht, wie bei Anwendung von reinem Zn, gleichmäßig langsamer Auflösungs-Angriff, sondern stellenweise mehr oder weniger stürmischer; weil eine große Anzahl kleiner galvanischer Ketten gebildet werden, und so neben dem durch dieselben zur Entwickelung gebrachten H-Gas auch noch durch das zwischenliegende übrige Fe-

verſchiedene wäſſrig‑flüſſige, ſich berührende, aber nicht mit einander vermiſchte Leiter zweiter Klaſſe; z. B. waſſerarme Azotſäure, Waſſer und Kali‑Löſung; 4) ein glattes und ein rauhes Stück ein und deſſelben Metalles und ein wäſſrig‑flüſſiger, das Metall chemiſch angreifender Leiter; 5) ein dergleichen kaltes und heißes, übrigens gleichgeſtaltetes und gleich glattes Metallſtück und ein chemiſch angreifender, wäſſrig‑flüſſiger Leiter; 6) zwei durch Erwärmen ſtärker leitend gewordene ſog. Iſolatoren und Waſſer; z. B. geſchmolzener Phosphor der unter heißem Waſſer mit Schwefel zuſammengerieben wird; da ſich dann, unter Waſſer‑Zerſetzung ſofort riechbares HS und Phosphoroxydat bildet; 7) ein vorzüglich guter metalliſcher Leiter, ein ſehr ſchlechter oder ſog. Iſolator und Waſſer; z. B. Schwefel‑Eiſen und Waſſer (wirkſamer: und wäſſrige Säuren ꝛc.). Als anhydriſche Ketten werden gemeinhin betrachtet (wiewohl in mehreren derſelben das Waſſer, wenn auch nicht als fließliches, doch als dunſtiges zugegen ſeyn dürfte): 1) zwei ungleiche Leiter erſter Klaſſe und ein bis zur merklichen Leitung erhitzter ſog. Iſolator; z. B. Au, Fe und geſchmolzener Schwefel; Dykhoff's mit Glas‑Zwiſchenſchichtung gebauete trockene Säule (S. 842); 2) zwei ungleiche Leiter erſter Klaſſe und (angeblich) waſſerfreie Oxyde oder Salze; z. B. nach Humphry Davy): Bleioxyd; nach Faraday bewirken, zwiſchen Cu und Pt eingeſchichtet, folgende Salze kräftige zuſammengeſetzte Ketten: KOAOS, KOChOS, $KOCO_2$, $NaOSO_3$, die Chloride von Pb_1, Bi, Na Cu, dann PbJ, BiO und PbO; der elektriſche Strom erhalte dabei dieſelbe Richtung, die er nimmt, wenn ſtatt dieſer Vertreter von Waſſerträgern, wäſſrige Säuren zwiſchengeſchichtet worden wären. Wählte man hingegen ſtatt derſelben geſchmolzenes AgOAOs oder dergleichen Ag Ch, ſo hatte der Strom die umgekehrte Richtung; die gewöhnliche aber, und kräftiger, wie in obigen Beiſpielen, wenn ſtatt Cu und Pt, Fe und Pt und ſtatt der genannten Salze: phosphorſ. Natron gewählt worden war. *) Daß die Fällungen aufgelöſter Erzmetalle durch Erzmetalle meiſtens ſchon gleich von vorn herein (weil das fällende Metall ungleiche Oberfläche darbietet) durch Entſtehung galvaniſcher Ketten bedingt werden und ſpäterhin, wenn ſchon gefälltes Metall auf fällendem lagert, als vollſtändigſte Ketten der Art in Wirkſamkeit gerathen, darauf iſt ſchon früher aufmerkſam gemacht worden;

haltige Zn, kraft ſeiner Auflöſung dergleichen entbunden wird. Faraday fand, daß dieſem Uebelſtande abgeholfen und chemiſche H‑Gas‑Entbindung ſehr beſchränkt, ja faſt beſeitigt wird, wenn das Zn ſeiner ganzen Oberfläche nach zuvor amalgamirt worden war; ſolches Zn gibt dann, wenn es z. B. zur Bildung galvaniſcher Ketten mit Cu‑Platten in verdünnten Säuren geſchichtet wird, nur galvaniſch entwickeltes H‑Gas.

*) Ueber die Abhängigkeit der Leitungsgüte der Salze (Oxyde) und der O‑haltigen Bildungstheile von ihrem Oxygen‑Gehalt, vgl. auch m. Experimentalphyſ. II, 11 ff.

oben S. 869, 871 u. 931. Ueber das zum Theil hieher gehörige Ammoniumamalgam s. S. 861. Ueber Fischer's Einwürfe gegen die von Ritter, Bucholz, dem Verf. dieses Handb. beobachtete Fällung des Sn durch Sn; vergl. m. Experimentalphys. II, 47 ff. Ueber Fällung des Cu an Pt rc., des Au an Kohle rc. und ähnliche Vorläufer der Galvanoplastik (oben S. 910) vergl. a. a. O. II, 32 ff. 54 ff.

γ) Eine einfache, wie eine zusammengesetzte galv. Kette ist vollkommen geschlossen, wenn der Schließungsbogen an sich schneller leitet, als die übrigen Glieder der Kette zusammengenommen; daß solche Schließung, zumal bei zusammengesetzten Ketten, um so eher möglich wird, je kürzer der Schließungsdraht ist, folgt aus dem Vorhergehenden. Wenn sich die Glieder einer einfachen hydroelektrischen Kette innerhalb der zugehörigen wäßrigen Flüssigkeit berühren, so stellen sie mit dieser dar: eine Kette ohne Zwischenraum; ist dagegen der flüssige Leiter in zwei Gefäße geschieden, von denen jedes einen der festen Leiter trägt, die außerhalb der Gefäße sich berühren, während ein ebenfalls flüssiger, leitender Bogen, z. B. eine gebogene, mit solcher Flüssigkeit gefüllter Glasröhre, beide Flüssigkeitsantheile leitend verbindet, so gewährt diese Anordnung eine Kette mit Zwischenraum. Taucht man einander nicht berührende Zink- und Kupfer-Streifen so in eine und dieselbe verdünnte Säure (z. B. in stark gewässerte Schwefelsäure) daß von jedem dieser beiderlei Streifen ein Theil ungefeuchtet aus der Flüssigkeit hervorragt, so entscheidet die Größe der jedem dieser Metalle gegen die wäßrige Säure zukommenden Elektricitäts-Erregung und Elektrisirbarkeit, über das Anheben und den Verlauf der hiedurch sich bildenden elektrischen Vertheilungsreihen oder sog. elektrischen Ströme; da nun aber Zn gegen verdünnte SO_3 im höheren Grade elektropositiv wird, als Cu, so beginnt die Reihe auch bei Zn, sich dadurch bethätigend, daß der obere trockene Zn-Theil in demselben Zeittheilchen —E darbietet, da der die stark gewässerte Säure berührende untere Theil +E erhält; jenseits dieses +E bildet sich nun in der Flüssigkeit, in der Richtung zu Cu hin eine ununterbrochene Wechselreihe von —E+E, —E+E u. s. f., so daß das letzte mit +E geladene Flüssigkeitsschichtchen, am Cu: —E hervorruft, was dann zur Folge hat, daß der aus der Flüssigkeit hervorragende Kupfertheil +E bekommt. Sich also bethätigend, ist die Kette eine offene; bringt man dagegen die herausragenden Metallenden unter sich zur Berührung, oder statt dessen mittelst eines Leiters erster Klasse in gutleitende Verbindung, so ist sie geschlossen und bietet nun zwei Vertheilungsreihen: eine elektropositive und eine negative (einen sog. elektropositiven und einen sog. elektronegativen Strom) dar; weil sowohl das —E des einen, wie das +E des anderen sich außerhalb der Flüssigkeit berührenden Metalle vertheilend

auf das OE der Seiten-Glieder einwirkt. Dort, wo man ohne weitere Bezeichnung nur von einem elektrischen Strom der Kette spricht, hat man nur den sog. elektropositiven im Sinne. In die chemisch zersetzliche Flüssigkeit gelangend, folgen diesen Strömen die ihnen entsprechenden elektrochemischen Zersetzungen und Wiederzusammensetzungen, sammt denen daraus erwachsenden Ausscheidungen an den Polen der Kette. Einfache Ketten von obiger Zusammensetzung (Cu HO Zn) verhalten sich, hinsichtlich ihrer Wasser-Zersetzungen, ähnlich denen Batterien; sie zersetzen nämlich HO nicht gemäß den Mengen, sondern den Spannungen ihrer E; denn eine kleinplattige Volta'sche Batterie, zusammengesetzt aus einer bestimmten Anzahl einfacher Ketten, zersetzt nicht mehr HO (S. 764, 766, 910), als eine aus ebenso viel einfachen Ketten bestehende großplattige. Es erinnert dieses Verhalten an jenes einer geladenen großen, 4 Geviertfuß Beleg darbietenden, und einer kleinen, nur 1 Geviertfuß Beleg haltenden Leydener Flaschen, deren Wirkung auf das Elektrometer, deren Entladungsschlag fast mit gleicher Stärke empfunden wird. Geladen bietet die größere Flasche 4 mal mehr E dar und vermag einen 16 mal längeren Draht zu schmelzen, als die kleinere; vorausgesetzt, daß bei beiden Schmelzungs-Entladungen gleich dicker Draht derselben Art gewählt worden. Die Entladungsschläge beider Flaschen verursachen gleich starke Empfindung, obgleich bei dem Schlage der größeren Flasche der Anfangsschlag sich gleichsam 4 mal wiederholt. In wiefern das sog. Ausziehen elektrischer Funken, mittelst eines Fingerknöchels, aus einem geladenen Conductor, in Absicht auf Empfindung Abänderungen unterliegt, wenn statt der trocknen Knöchelhaut (in nach einander folgenden Versuchen) verschiedentlich gefeuchtete, dem Conductor dargeboten wird — ist noch zu ermitteln. Bei galvanischen Batterieen gelangt man zur Empfindung hieher gehöriger Verschiedenheiten sehr leicht, wenn man, nachdem man zuvor, durch Schließung der Batterie mit völlig trocknen Händen, die an Unmerkbarkeit grenzende Schwäche solcher Schließungsschläge bemerkt hatte, in je zwei kleine Cylinder-Gläser, nachbenannte Flüssigkeiten bringt: Wasser, in Wasser gelöstes Kochsalz und in gleicher Weise gelösten Salmiak, dann in das eine Wasserglas den +E-Pol-, in das andere —E-Pol-Draht senkt und nun von jeder Hand einen Finger (gleichzeitig und nach einander) taucht und darauf, in gleicher Weise die Batterie schließend, ebenso mit den beiden Kochsalzlösungs- und dann mit den Salmiaklösungs-Gläsern verfährt; während das Wasser, von allen drei Flüssigkeiten den schwächsten Schlag empfinden machte, gewährt die Salmiak-Lösung den stärksten, und öffnet man nach jeder Schließung die Kette wieder, so erfährt man Umkehrung jener Nebenempfindung, welche den Schließungsschlag begleitet hatte (der erwärmenden oder brennenden beim Berühren der +E-

Flüssigkeit, wenn die der —E-Flüssigkeit mit dem Finger der andern Hand bereits in Verbindung stand, und der stechenden oder prickelnden beim Schließen mit —E-Pol, nachdem die andere Hand schon mit dem + leitend verbunden war). Dieselbe Vorrichtung dient auch zur Schließung mit den übrigen Sinnesorganen, und hier, besonders beim Geschmacks-, Geruchs- und Gesichts-Sinn, treten die verhältlichen Gegensätze der Schließungs- und Oeffnungs-Empfindungen noch schärfer hervor; man taucht zu dem Ende den Finger einer Hand in eines der beiden zusammengehörigen Gläser und schließt, mittelst der anderen Hand die Kette, mit einem, von derselben gehaltenen Platin-Draht, dessen eines Ende man z. B. mit der Zunge berührt, während man das andere Ende in das zweite zugehörige Glas tauchte. Zur Farblicht-Empfindung bedarf es dann nicht der Berührung der Augen, sondern nur des Gaumens. Das Gehörorgan darf nur mäßig starke Batterien entladen. Faraday erachtet, mit Wollaston, die gesammte elektrische Bethätigung galvanischer Ketten lediglich als Erfolg der in ihnen vor sich gehenden chemischen Ein- und Gegen-Wirkungen, oder anerkennt die sog. chemikalische Theorie des Galvanismus als die allen hieher gehörigen, erfahrungsgemäßen Anforderungen vollkommen genügende, wie folgt: 1) Reibungs-Elektricität (sammt der durch Druck ꝛc. entstandenen Elektricität) besitzt F. zufolge vorzugsweise hohe Spannung, weil sie, angesammelt, in Folge ihrer Isolirung — ruhet; Berührungs-Elektricität wirkt dagegen vorzugsweise chemisch zersetzend, weil sie, in fortdauernder Bewegung (Leitung) begriffen, sich ununterbrochen erneuet und, dadurch vermehrt: Auseinanderbewegungen solcher einfacher chemischer Verbindungen beweglicher (leitender*) Stoffe zu Wege zu bringen vermag, welche die Reibungs-Elektricität nur in sofern hinsichtlich ihrer gegenseitigen chemischen Verbindungs-Anziehungen zu wältigen (gänzlich von einander abzulösen, oder, was hier dasselbe sagen soll, aufzulösen) im Stande ist, als sie zur Strömung gebracht worden; 2) diese steht, da sie nur Folge der chemischen Wechselwirkungen ist, hinsichtlich ihrer Stärke im Verhältniß der Größe dieser Wechselwirkungen und scheidet daher die Bestandtheile der lediglich durch sie zersetzten chemischen Verbindungen des Schließungsbogens in unveränderten Verhältnissen oder, wie F. sie bezeichnet, in elektro-chemischen Aequivalenten ab (die übrigens mit den chemischen vollkommen übereinstimmen; oben S. 911. **) 3) Indessen fordert jede in solcher

*) Schon Franklin fand, daß kaltes Wasser schlechter leite, als warmes; daß demnach Eis ein sog. Isolator sey, war zu vermuthen. Faraday bewies es.

**) Die Menge des dem amalgamirten Zink der Kette, durch den in ihr wirkenden Chemismus entzogenen (aufgelösten) Zinks, steht immer im stöchiometrischen Verhältniß zu der des von der Gegenplatte (z. B. der Kupferplatte) und am —E-Pol aufsteigenden H-Gases; denn des letzteren Gewicht verhält sich zu

Weise zu bewirkende chemische Zersetzung eine gewisse Intensität, d. i. Stärke des Stroms; ist derselbe aber auch zu dergleichen Zersetzungen zu schwach, so ist er es damit noch nicht in Absicht auf Spannungs-Aeußerung, wie solches schon die gewöhnlichen „trocknen Säulen" darthun; S. 842, 1716. 4) Zwischenschichtungen von Stoffen, welche zu einem oder dem anderen Bestandtheil des flüssigen Leiters keine, oder sehr schwache chemische Anziehung besitzen, schwächen auch die Kette, was z. B. der Fall ist, wenn in eine zusammengesetzte Kette Platin zwischen geschichtet wird. 5) Je besser die zersetzliche chemische Verbindung leitet, je geringer ist die Stromstärke, die sie zur Zersetzung heischt; KCh kann schon durch schwache, HO nur durch stärkere Ströme zersetzt werden, und noch stärkere fordert der sehr schlecht leitende Alkohol. Würde nur dessen HO zersetzt, so müßte AeO übrig bleiben. 6) Je breiter der Strom, je größer also die Menge der Elektricität ist, die (in verschwindend kleiner Zeitdauern) der zersetzlichen Flüssigkeit zugeführt wird, und je näher die Stromzuführer (die Pol-Drähte, -Streifen ꝛc.) innerhalb des Schließungsbogens einander gegenüber erscheinen, um so lebhafter erfolgen die Zersetzungen. 7) Neben schlechter Leitung der Flüssigkeiten, sowohl der zwischen den Plattenpaaren geschichteten als jener des Schließungsbogens, wird besonders: große Dünne der in letztere tauchenden Poldrähte; die Menge der E des einer Batterie von bestimmter Größe der Gegenflächen ihrer einfachen Ketten ist der Quadratwurzel der gegenseitigen Entfernung beider Pole und ebenso der Länge der Schließungsdrähte verkehrt proportional. 8) Die Pole selbst sind nur „Wege der Eingänge" des Stroms und heißen daher Elektroden (von ηλεκτρον und ὁδος, Weg), aber nicht nur die Oberflächen der Metalle (Endplatten, Streifen oder Drähte), sondern auch die der Luft und des Wassers können dergleichen Eingangswege gewähren. Jene Oberflächen der Flüssigkeit des Schließungsbogens, welche die Elektroden berühren, sind, in Beziehung auf den Strom, entweder aufwärts oder abwärts sich bethätigende, und werden daher Anode (positive Elektrode; von ανα, aufwärts) und Kathode (negative Elektrode; von κατα abwärts) genannt; oben S. 1168, 1726. Die beweglichen Bestandtheile der zersetzlichen Schließbogenflüssigkeit heißen Jons (von ιον, gehen), die von Anode aus bewegten Anions, die der Kathode zugehörigen (Katïons oder) Kathions; die zersetzliche Flüssigkeit selbst: Elektrolyt, ihrer Zersetzung: Elektrolyse; von ηλεκτρον λυο, auflösen, Bande lösen. 9) Der, durch gegenseitige Berührung zweier

jenem des aufgelösten Zn, wie : 32,3 und wenn derselbe Strom HO, flüssiges Ag Ch, dergleichen Pb Ch und Sn Ch zersetzt; so stehen F. zufolge, die Mengen der dadurch zur Ausscheidung gelangten Ag, Pb und Sn zu H in folgenden Verhältnissen H 1 : 108, : 103,6 u. zu 57,9.

(einer galv. Kette angehörigen ungleichen) Metalle (oder Metallvertreter) entwickelte Strom wird der chemischen Anziehungs-Bethätigung des einen der Metalle, zu einem der Bestandtheile der Ketten-Flüssigkeit förderlich, dadurch aber jener des anderen Metalles verhältlich hinderlich. Jene Zinkplatten, welche in Davy's Versuchen die gesammten Kupferplatten eines Seeschiffs gegen Chloridirung und Oxydation schützten, verhielten sich, ihren Flächen nach zu jener des Kupfers, wie 1 zu 40 und 1 : 150. *) 10) Alle bis jetzt bekannten Elektrolyten bestehen aus Verbindungen von nur zwei, im (der Anzahl nach) gleichen Verhältnißgewichte zugegen seyenden Stoffen; so ist z. B. Sn Ch ein Elektrolyt, hingegen nicht: $Sn\,Ch_2$; wo gegen das Aequivalent des einen Stoffes mehr als ein des anderen vorliegt, erfolgt nie unmittelbare, sondern nur vermittelte Zersetzung; z. B. bei SO_3, AH_3 ($SO_3\,HO$ wird, meinen Beobachtungen zufolge, durch Eintauchen von sich in ihr berührenden Pt und Zn dergestalt zersetzt, daß Pt mit S beladen erscheint, während $3\,Zn\,O$ sich bilden, falls genug SO_5 vorhanden ist, um diese zu binden). Ob beide Gegenstoffe einer zweistoffigen Verbindung im neutralen (d. i. im gleichzahligen) Verhältniß ihrer Aequivalente zugegen sind, läßt sich mithin solchen Weges leicht ermitteln. 11) Daß folgende Grundstoffe: A, C, P, B, Al und Si **) Jons sind, ist wahrscheinlich, aber zur Zeit noch nicht erwiesen. A Os verliert, im Schließungsbogen zunächst, an der Kathode, durch Einwirkung dort wirksamer 2 H (entstammend 2 Antheilen von zersetztem HO) 2 seines O, dadurch in AO_3 übergehend, während an der Anode O frei wird (und wahrscheinlich $AO_5 + HO_2$ zu Stande kommt). Faraday nennt solche vermittelte Zersetzungen secundäre, die unvermittelten, z. B. die des HO in H und O, hingegen primäre; daß mehrere Zersetzungen, die sonst für primäre erachtet wurden, secundäre sind, ist bereits bei der galv. Zersetzung wässrig-flüssiger Bleioxydsalze (S. 931) bemerkt worden. — In wie weit die galvanischen Zersetzungen der dem Wasser zugänglichen Bildungstheile den secundären Zersetzungen beizuordnen sind, ist noch zu ermitteln. Von den Ergebnissen älterer, hieher gehöriger Versuche sind besonders folgende merkenswerth: Frisches Blut wurde am +E-Pol lebhafter roth und gerann, am —E-Pol stark verdunkelt und blieb flüssig. Milch entließ an letzterem Milchzucker, während sie an ersterem

*) Indem sich nun aber hinfort kein Kupferchlorür und Kupferoxyd mehr bildete, war damit auch das Hinderniß der Ansetzung von Seegewächsen und Schaalthieren beseitigt, und mithin der Nachtheil größer, als der Vortheil; vergl. oben S. 498 Anm.

**) Daß Al ein Jon ist, macht die oben S. 1234 erwähnte Darstellung des Al-Amalgam sehr wahrscheinlich. Eine reine Lösung frischbereiteter Kieselsäure dürfte hinsichtlich des Si hierüber, und damit zugleich darüber entscheiden lassen: ob die Kieselsäure SiO oder $Si + O_2$ oder $+ O_3$ ist.

gerann und säuerlich ward. Ochsengalle setzt am —E-Pol eine Eiweiß-ähnliche (?) Masse, ein Streifen Muskelfaser an demselben Pole Gallerte, am entgegengesetzten Fett ab, und als man dann beide Flüssigkeiten mit einander vermischte, erschienen sie „blau". Vgl. m. Experimentalphysik II, 121. Ueber Einfluß der galv. Batterie auf Gährung, vergl. oben S. 1457 u. 1479 ff. Bier, Wein ꝛc. beiden Polen ausgesetzt, wird am +E-Pol bald sauer; Pflanzenschleim, Eiweiß, noch schneller Eidotter, Fleisch ꝛc. geht, unter gleichen Bedingungen rasch in Fäulniß über. — 12) Ein einfaches Ion folgt für sich nicht dem Strom.*) 13) Bringt man zwischen zwei ungleichgeartete Metallstreifen, z. B. zwischen einen Pt- und einen Zn-Streifen, wie sie die Linien KK und AA andeuten, nahe ihren Enden rechter

K—K
Hand (bei w) einen gesäuerten Wassertropfen w, so bildet sich ein
A—A

elektrischer Strom in der Richtung von Zn zu Pt und ebenso auch, jedoch vom entgegengesetzten Ende aus, wenn w am Ende linker Hand zur Berührung des unteren Zn und oberen Pt verwendet worden; werden dagegen beide Enden also verbunden, so daß mithin links und rechts ein erregender Leitungstropfen lagert, so entstehen gleichzeitig zwei Ströme, die, von entgegengesetzten Richtungen ausgehend, aufeinander treffen und sich aufheben, wenn sie einander an Stärke gleich kommen, von denen dagegen nur der eine gänzlich, der andere aber theilweise erlischt, falls ihre Stärken ungleich waren; die sich aber unterstützen und auf einander verstärkend wirken, wenn sie, zusammengesetzten Ketten angehörend, an beiden Metallen zur Entwickelung gelangten, was immer der Fall ist, wenn der eine der beiden End-Tropfen nur Zn, der andere nur Pt chemisch anzugreifen im Stande ist; es kommen dann beide Ströme in derselben einen Richtung zu Wege. 14) Fe und Pt in wäßrige Lösung von Kalium-Sulfid getaucht, geben damit keine galv. Kette. 15) Taucht man in eine wäßrige Lösung des Bittersalzes ($MgOSO_3$) einen Zn-Streifen, dessen äußeres Ende mit einem Pt-Draht verbunden ist, schichtet dann vorsichtig reinstes Wasser über jene Lösung und senkt nun das untere freie Ende

---

*) Da es aber, wenn es mit einem anderen chemisch verbunden erscheint, nun einem der Pole folgsam wird, so muß durch das chemische Verbinden zweier dergleichen Ions jedem derselben nothwendig gegenseitige, entgegengesetzte Elektrisirung zu Theil werden und jedem in der Verbindung verbleiben, was ich bereits 1820 folgerte; m. Grundz., erste Aufl. S. 406 Ist dabei das einfache unverbundene Ion zugleich ein sehr schlechter Leiter (ein sog. Isolator), wie das bei allen nichtmetallischen (mithin auch bei O, H, A, Ch, Br, J, F ꝛc. ꝛc.) der Fall ist, so ist es schon darum um so weniger fähig durch den Strom bewegt zu werden. Denn elektrische Leitung setzt, wo sie auch hervorgehen mag, stets elektrische Beweglichkeit voraus, damit aber Fähigkeit: elektrische Vertheilungsreihen bilden zu können.

des Pt in dieses, jedoch so, daß es durchaus nicht mit der $MgOSO_3$-haltigen Flüssigkeit in Berührung kommt, so erscheint MgO nicht am Pt (während SO_3 am Zn sich sammelt ꝛc.), sondern an der Grenze von der Salzlösung und Wasser. (Gemäß eintretender Vertheilung, bildet sich dem Pt gegenüber im Wasser eine obere +E geladene und eine darunter —E darbietende Wasserschicht; an letzterer wird das +E-ige MgO abgesetzt. Was hier die in elektrischer Vertheilungs-Bewegung befangene Wasserschicht gewährt, leistet auch die, zur Darbietung elektrischer Atmosphären gebrachte Luft; s. w. oben.) 16) Taucht man in eine verdünnte Säure einen Platinstreifen und einen Zinkstreifen, so, daß sie sich weder in der Flüssigkeit, noch außerhalb derselben berühren, nähert dann beide außerhalb befindlichen Streifenenden einem mit KJ geschwängerten, Amylon-haltigen Stückchen Papier oder Kattun, so erfolgt sofort Zersetzung des KJ und Bläuung des Amylon durch das frei gewordene J; eine Zersetzung, die beweist, daß in diesem Falle nur die chemische Einwirkung der Säure die Bildung einer wirksamen galvanischen Kette hervorgehen ließ. *) 17) Der oben S. 1763 Anm. berührte Uebergangswiderstand ist wahrscheinlich nicht sowohl ein wirkliches Widerstehen gegen den Strom, als vielmehr eine Schwächung des Stroms, welche demselben dadurch erwächst, daß die an den Elektroden ausgeschiedenen Ions, als ihnen entgegengesetzt elektrisch bethätigte (der elektro-positiven Elektrode gegenüber als —E-) Erreger, entgegen und dadurch schwächend wirken; wo sich dagegen Elektrode und Ion einander nicht räumlich gegenüber befinden, sondern sich chemisch vereinigen, da wird der eigentliche Widerstand =o. Besteht z. B. die Anode aus einem Golddraht, und wird denselben, in Folge der Schließung der Kette O zersetzten Wassers zugestoßen, wäh-

*) Wogegen jene, welche sich galv. Ketten nur in Folge von physisch erregter Elektricität als möglich denken, entgegnen können — was sie freilich erst weiter unmittelbar zu beweisen hätten — daß ungleiche Leiter erster Klasse nicht nur durch Berührung, sondern, bei Anwesenheit zwischen lagernder Leiter zweiter Klasse, auch schon aus der Ferne auf einander, hinsichtlich ihres elektrischen Gleichgewichts störend zu wirken vermögen. Fände etwas der Art erweislich statt zwischen Leitern erster Klasse, welche keinen von ihnen angreifbaren Leiter zweiter Klasse zwischen sich haben, so wäre der Einwurf zwar gerechtfertigt, allein zugleich zugegeben, daß jene erstklassigen Leiter, da sie ohne Zwischenlage des zweitklassigen Leiters nicht zur Störung ihres elektrischen Gleichgewichtes kommen, Seitens dieser zweitklassigen elektrisch erregbar und letztere mithin nicht lediglich Leiter, sondern zugleich auch Erreger der Elektricität sind. — Für die Zusammensetzung sehr wirksamer wohlfeiler Volta'scher Batterien war Thomas Cooper's (zu London) vor 5—6 Jahren gemachte Entdeckung von (besonders auch in technischer Hinsicht) großer Wichtigkeit: daß die gerösteten Steinkohlen (die Coaks, S. 1598) einen trefflichen Vertreter des Pt bilden, da sie, gleich der vollkommenen Kohle, auch noch gegen Pt : —E erhalten; Bunsen, Prof. in Marburg, dieselbe Beobachtung machend, gründete darauf seine (w. u. zu beschreibende) äußerst wirksame Volta'sche Batterie.

rend zu dem Golddraht der Kathode H gelangt, so vereint sich keiner dieser Wasserbestandtheile mit dem Golde, wohl aber hebt das mit —E geladene O mit demselben einen Theil des +E der Anode auf (mit diesem zu OE sich ausgleichend) und ebenso das +E des H einen entsprechenden Antheil des —E des Kathode genannten Vertheilungs-reihen-Endes. Ebenso wirken auch Ch und H des HCh, Br und H der HBr, Ky und K (oder vielmehr das durch dasselbe, aus dem HO entwickelte H). Einen weiteren, vielleicht noch beträchtlicheren Antheil (an dem sog. Uebergangswiderstand) haben die Elektroden-Metalle, in sofern sie durch die sie umgebende Flüssigkeit bleibend entgegengesetzt elektrisirt werden; wie denn Fe, als Metall der Anode bleibenden elektronegativen Gegenwirkungswerth erhält, *) oder, wie

*) Mehrere hieher gehörige Versuche hat, in neuerer Zeit, Schönbein veröffentlicht. Folgende dieser Versuche sind vorzüglich beachtenswerth: 1) trennte man eine wässrige Lösung der CrO_3, mittelst einer porösen Scheidewand, von reinem Wasser und verband dann beide Flüssigkeiten leitend durch die in sie gesenkte Platindrahtenden eines und desselben Pt-Drahts, so schied sich Cr_2O_3 aus der Chromsäure-Lösung; 2) sonderte man zwei lothrechte Massen reinsten Wassers durch eine Thiermembran, schloss hierauf mit diesen getrennten Wasser-Mengen eine Volta'sche Batterie, hob nun, nach einiger Zeit, die Drähte derselben wieder heraus und ersetzte sie durch einen zusammenhängenden Metallbogen, so zeigte sich in diesem (laut des Verhaltens eines sehr empfindlichen Galvanometers von 2000 Drahtwindungen; s. w. o.) keine Strömung, sofern er nicht aus Pt bestand; war es hingegen ein Platindraht, so erfolgte sofort ein Strom, dessen Richtung die entgegengesetzte von jener war, welcher das Wasser durchsetzte, als es die „Batterie" geschlossen hatte. Es war also das bei dieser Schliessung von der Anode berührt gewesene Wasser nicht +E-ig, sondern —E-ig, hingegen das der Kathode +E-ig. Brachte man nun das erstere Wasser mit einem Pt-, das letztere mit einem Au-Streifen in Berührung und verband dann die beiden Aussenenden der Streifen unter sich, so erfolgte keine Strömung; hingegen trat sie sogleich ein, als beide Drähte ihre Stellen wechselten. Da dieser durch Pt bewirkte, dem gewöhnlichen entgegengesetzte Strom erst durch die Gegenwirkung der (zuvor mit der Batterie verbunden gewesenen) Wasser entstand, so war er als ein secundärer Strom zu betrachten. Waren es Platin-Drähte gewesen, welche als Batterie-Elektroden, die Kette schiessend, in die gesonderten Wasserantheile tauchten, so war der mit dem —E-Pol verbunden gewesene Draht elektropositiv, der andere elektronegativ fixerisirt, und Gleiches begegnete einem Pt-Draht, wenn er lange in O-Gas gelegen; er wurde elektropositiv und bildete mit Pt, das zuvor als Elektrode der Anode gedient hatte, und Wasser eine Kette, in welcher dieses Pt —E zeigte. Wässrige Hydrochlorsäure, die mit dem —E-Pol einer Batterie verbunden gewesen, verhielt sich gegen gewöhnliche, nicht elektrischer Einwirkung unterstellt gewesene elektronegativ; so wurde auch Pt und Au die (jedes für sich) im reinsten Wasser als Anode gedient hatten, gegen gewöhnliches Pt und Au auffallend elektronegativ. Becquerel zufolge erhält HO_2 gegen HO nicht —E, sondern +E. Nach Schönbein entbindet sich aus reinstem Wasser am +E-Pol (O-haltiges) Ozon (S. 1752), das Au, wie Pt sogleich stark elektronegativ fixerisirt, in gleichem Maasse, wie solches wässrige Ch- oder Br- rc. Lösung erwirken. Faraday zufolge haftet im ersteren Fall physisch-innigst an dem Au oder Pt das Oxygen. Ch- oder B-Wasser entlässt übrigens, schliesst es die Batterie, am +E-Pol viel O-Gas. De la Rive glaubte Oxydation des Pt am +E-Pol bemerkt zu haben, was Schönbein sich nicht bestätigen sah.

der Verfasser dieses Handbuchs, im II. B. s. Grundz., S. I, 232. II, 375, 380, 409 u. 492 daselbst, dergleichen andauernde Zustände der einen oder der anderen (— E- oder +E-igen) Elektrisirung bezeichnet, bleibend überisch wird.

δ) In Beziehung auf die unter γ) zusammengestellten Haupttheile der Faraday'schen Voraussetzungen und Folgerungen hier noch nachstehende Bemerkungen: a) wenn nur die chemische Gegenwirkung in der galv. Kette das Elektrisirende und Vertheilungsreihen (Ströme) Erzeugende ist, warum wird denn, zur Bildung starker Ketten, neben dem chemisch angreifbaren Metalle stets ein chemisch unangegriffen bleibendes Metall (oder dessen Vertreter) erfordert? b) Faraday führte den elektrischen Strom des ersten Conductors aus einer Nadelspitze durch die Luft in eine zweite Metallspitze, während in dieser Luft, einander gegenüber, feuchtes Lackmus- und dergleichen Curcuma-Papier sich befand; es erfolgte Röthung des ersteren und Bräunung des letzteren; nach F.: weil die zwischen den Metallspitzen befindliche Luft selbst zur Elektrode geworden war; es waren aber die zwischen den Metallspitzen durch deren elektrisch vertheilende Einwirkung entstandenen elektrischen Atmosphären, welche jene Farbenänderungen, damit aber die ihnen entsprechenden chemischen Zersetzungen bewirkten. Daß aber überhaupt die nicht chemisch erregten elektrischen Vertheilungsreihen, in obigem Falle (wie im Amsterdamer Versuch), von der Spitze des ersten Conductors ausgehend: das —+E und zu der des zweiten übergehend das +—E, chemische Zersetzungen zu Wege bringen, beweist (in Verbindung mit den Erfahrungen über Elektricitäts-Erregung, bewirkt, lediglich durch Chemismus, z. B. bei der Berührung von Azotsäure und Kali): daß rein elektrische und rein chemische Bethätigungen sich wechselseitig zu erregen vermögen, und mithin auch (was, F.'s zuvor erwähnte Versuche — Seitens des Verhältnisses des sog. elektrischen Stroms zur chemischen Bethätigung des einen der Ketten-Metalle — bestätigen), daß in jeder galv. Kette beiderlei gegenseitige Bethätigungs-Beförderungen wirksam sind (wie der Verf. dieses Hbbs. solches bereits in seinen früheren Lehrbüchern darzuthun suchte). c) Schon im Anfange des laufenden Jahrhunderts, und dann später ausführlicher (Gilbert's Ann. XI, 340 u. LV, 203) zeigte Gerboin, daß im Wasser des Schließungsbogens verbreitete leichte Körperchen, desgleichen Merkur vom +E-Pol (und nur von diesem, hingegen nicht vom —E-Pol) abwechselnd angezogen und abgestoßen werden, und daß dergleichen Anziehungen sich lebhafter äußern unter geringerem, als unter stärkerem Luftdruck (a. a. O. VIII, 389. 397. 401). Zum Theil gehören hieher auch Erman's Versuche: über den Einfluß des sog. galv. Stroms auf die Cohäsion beweglicher Stoffe, insbesondere jene über die Bewegung der zuvor in den wäßrigen Schließungsbogen

gebrachten Mercur-Kügelchen; a. a. O. XXXII, 261. 277. *) b) Pt erhält gegen Fe, durch dessen Berührung — E; ist aber das Fe selbst bleibend elektronegativ elektrisirt, so kann es auch mit KS_3-Lösung (s. oben 14) keine wirksame Kette bilden und selbst dann nicht, wenn Pt von der Lösung angegriffen worden; denn dergleichen Fe verhält sich auch in Absicht auf Elektricitäts-Erregung durch Berührung, von der gewöhnlichen Regel abweichend. c). Es gibt der Fälle mehrere, in welchen die Berührungs-Elektrisirung für gewisse Metalle zum Mittel wird, sie zu chemischen Gegenwirkungen zu befähigen, zu Gegenwirkungen, die für sie unmöglich bleiben, wenn sie jener elektrischen Berührungs-Aufregung nicht unterworfen werden; so ist z. B. Au wie Pt, jedes für sich in Azotsäure unauflöslich, hingegen nicht, wenn beide mitsammen dieser Säure dargeboten werden; so bedarf R der Berührung des Cu oder jener des Bi, soll es von Säuren angegriffen, und Cu der des Pt oder des Ag, soll es von stark verdünnter Schwefelsäure aufgelöst werden; oben S. 870 ff. In diesen und ähnlichen Fällen (die auch in technischer Hinsicht Bedeutung gewinnen, z. B. bei der Auflösung des Zinnes, der Scheidung des Zinns vom Mercur, der des Silbers vom Kupfer ꝛc.), ist vorangegangene Berührungs-Elektrisirung das Bedingende der Bildung des sog. elektrischen Stroms und der Vermittler chemischer Gegenbethätigung; also gerade das Entgegengesetzte von dem, was Wollaston's Ansicht von galvanischer Elektrisirung voraussetzt. In ähnlicher Weise aber, wie in den oben erwähnten Fällen die Berührungs-Elektrisirung die chemische Gegenwirkung möglich macht, so auch jede andere dem (sonst chemisch unthätigen) Metalle zugekommene Elektricitäts-Erregung, sofern sie es in demselben bis zur Erweckung des dem chemischen Gegenstoffe entsprechenden elektrochemischen Gegensatz bringt, was z. B. der Fall ist bei jener Verbrennung des Blattgoldes, welche eintritt, wenn man es an den + E-Poldraht einer Volta'schen Batterie aufhängt und

*) Setzt man in einer Glasschaale befindliches Mercur mit dem eisernen + E-Pol in Verbindung, und bringt dann den eisernen Draht des Gegenpols dem Mercurspiegel fast bis zur Berührung nahe, so bildet sich auf diesem Spiegel ein der Lichtenberg'schen + E-Figur ähnlicher schwarzer Stern; hatte man dagegen den — E-Pol mit dem Mercur verbunden und naht diesem nun den + E-Poldraht, so erhält man schwarze Ringe. Uebrigens gewähren starke Volta'sche Batterien, werden sie durch kurze Metalldrähte geschlossen, Drahtstaub, der vom + E-Pol zum — E-Pol herüberweht; gleichviel, ob durch die Guericke'sche Leere, oder durch ein oder das andere (nicht chemisch einwirkende) Gas hindurch. Der elektrische Geruch am + E-Pol einer am Geschlossenwerden begriffenen Batterie, scheint theils vom elektrisirten Metallstab, theils von Ozon (S. 1775) herzurühren. Daß Metalloxyde durch kaltes H-Gas desoxydirt werden können, lehrten schon die Versuche der Ms. Fulhame; vergl. m. Beiträge II, 68 ff. Wasser, das mit H-Gas geschüttelt worden, wurde gegen reines Wasser elektropositiv und gab mit letzterem durch Pt galvanisch verbunden, einen secundären Strom, was andere Metalle nicht gewährten.

ihm nun das Außenende des —E-Poldrahts nähert; das Au verbrennt dann mit atmosphärischem O zu Goldoxyd (wie solches Trommsdorff d. Ält. schon vor 47 bis 48 Jahren, indem er Ritter's hieher gehörige Versuche wiederholte, darthat, *) begleitet vom elektrischen Entladungslicht der Batterie.

ε) Schließt man eine Volta'sche Batterie durch einen dünnen Platindraht, den man von einer Glasröhre umhüllt hatte, und ist die Batterie in solchem Maaße wirksam, daß der Draht rothglühend erscheint, so sieht man ihn dagegen lebhaft weiß glühen, sobald man die Luft der Röhre zuvor möglichst verdünnt hatte; was beweiset, daß die galvanisch (nach Neeff am +E-Pol; oben S. 1726) erzeugte Wärme es ist, die an solchem Glühen Hauptantheil hat; denn im luftverdünnten Raume kann durch Mittheilung weniger Wärme in Verlust gehen, als in der unverdünnten Luft. Lenz zufolge steht die Erwärmung des Schließungsdrahtes im geraden Verhältniß des Leitungswiderstandes und des Quadrates der Stromstärke. **)

ζ) Eine der zuvor (in der Untermerkung) beschriebenen Schönbein'schen Kette aus Platin- und Hydrogen-Wasser ähnliche, ist Grove's sog. Luftsäule. G. behauptet jedoch, das Pt mit HO und H-HO (und ebenso mit HS-, HSe-, H_3P-, H_3As- und H_3Sb-HO, die an ein sie getauchtes Pt ebenfalls +E-Ladung bewirken) nur dann wirksame, primäre Ströme entwickelnde Ketten gebe, wenn das HO solcher

*) T.'s Journ. der Pharmacie IX, 2. S. 407: „Enthält das in solchen Verbrennungsversuch genommene Blattgold auch nur Spuren von Silber oder von Kupfer und Silber, so verbrennt es nicht mit reinem, kaum gelblichem Weißlichte, sondern mit Beimischungen von Grün. In ähnlicher Weise läßt sich im verbrennenden Blattkupfer das mit rothem Strallicht verbrennende Eisen erkennen und lassen sich überhaupt mancherlei Beimischungen in Metallen (z. B. auch das mit blendendstem Weißlicht verbrennende C und Si des Stahls, das im sog. Pewter dem Zinne in sehr kleinen Mengen beigegebene Cu, das dem käuflichen Zinn beigemischte Pb, Zn, Bi und Fe erkennen. — Simon wollte zwar keine Beschleunigung jener galvanischen Verbrennungen wahrgenommen haben, wenn er seiner Volta'schen Säule, statt atmosph. Luft, Oxygen-Gas darbot; indessen sind S.'s hieher gehörige Beobachtungen schon darum zweifelhaft, weil in O-Gas stehende Volta'sche Säulen kräftiger wirken, als die in der atmosph. Luft aufgerichteten.

**) Singer's aus 20,000 Zn und Cu Metallblättchen-Paaren zusammengesetzte trockne Säule (S. 1762, 1767) gab deutlich erkennbare Schließungs-Funken, schmolz einen Platindraht von 1 Zoll Länge und 1/5000 Zoll Dicke, durchlöcherte dickes Zeichenpapier, jedoch kein Kartenblatt, war aber „chemische Zersetzungen" zu bewirken, durchaus „unvermögend." — Man will Saamen im Wasser der Anode einer Volta'schen Batterie haben schneller keimen sehen (als im gewöhnlichen reinen Wasser), während im Wasser der Kathode nichts der Art erfolgte (Gilbert's Ann. XXVIII, 196); wie sich keimungsfähige Saamen zum Anode-Wasser starker trockner Säulen verhalten, ist unbekannt. Wahrscheinlich entführen dergleichen trockne Säulen, mit ihren Elektroden, lebenden Körpern, auch keine Salzbestandtheile; vergl. oben S. 1758 und Gilbert's Ann. XX, VIII, 196.

Ketten zuvor mit O (z. B. mit atmosphärischem) geschwängert worden; was S. bestreitet, jedoch seinen hieher gehörigen neueren Versuchen gemäß bemerkt, daß in dergleichen Fällen primäre Ketten möglich werden, wenn das zuvor durch jene H-Berührung elektropositiv gewordene Pt, durch darauf erfolgte Berührung von O oder Ch, rc. sein Elektropositions-Verhalten eingebüßt hat. *) Uebrigens machen hieher gehörige Beobachtungen es wahrscheinlich, daß nicht nur Pt, sondern auch die übrigen Erzmetalle, oberflächlichster Oxydation wie Hydrogenation fähig sind, und gegen flüssige Leiter im ersteren Falle Elektronegativität, **) im letzteren Elektropositivität erlangen, oder an der einen oder anderen gewinnen; Hydrogenationen der Art wollten schon Ritter und Brugnatelli d. Aelt. beobachtet haben (S. 1757 u. m. Experimentalphys. II, 29). Platinschwamm verlor, in S.'s Versuchen, in H-Gas und den durch H gasig gewordenen Grundstoffen sein Vermögen H-Gas mittelst zuströmender atmosph. Luft zu entzünden, und zwar am schnellsten durch S-, Se- und P-haltiges H-Gas; Ausglühen, Behandlung mit A O_5 oder mit KO-Lösung stellte sein Erglühungs- und Entzündungs-Vermögen wieder her. ***) Taucht man, S. zufolge, Au oder Pt in jenes Gemisch von dampfiger Phosphorichtsäure, und mehr oder

*) HS, so wie die übrigen oben genannten, im Wasser löslichen H-Verbindungen, bekommen gegen reines Wasser +E und gaben mit demselben, wie bemerkt, in S.'s Versuchen, sowohl mit Pt, als mit Au und Cu wirksame Ketten. Mit Pt geschlossen zeigte sich vor allen die HSe HO als Glied enthaltende Kette am wirksamsten, indem dieses Glied gegen HO am stärksten elektropositiv wurde. Während reines HHO, neben HO darbietende Ketten nur mit Pt sich galvanisch bethätigen, erfolgten dergleichen bei Ketten, in denen eine der übrigen H-Verbindungen das reine H vertrat, auch mit Au, Ag und Cu.

**) Als S. Eisendraht an einem seiner Enden bis zum Anlaufen erhitzte, wurde er von gewöhnlicher (d. i. mäßig verdünnter) Azotsäure nicht angegriffen, oder war, wie S. dieses vernichtende Verhalten nannte, passiv; daß bloßes Erhitzen, mit Ausschluß aller Oxydation Gleiches bewirke, wie Martens gefunden zu haben wähnte, wurde von S. durch wiederholte Versuche widerlegt. Entzieht man übrigens dergleichen Fe das O durch Eintauchen in wässrige Hydrochlorsäure, so wie durch darauf folgendes Reiben mit Fließpapier und Abwaschen mit Wasser, so wird es von gehörig gewässerter Azotsäure sofort lebhaft angegriffen.

***) S. zufolge erlosch dieses Vermögen in jenem Gase, so wie in SO_2, weil das Pt ihnen S, Se, P, As rc. entzogen hatte; allein abgesehen davon, daß Pt die Vereinigung des S mit O (z. B. wenn es als PtS nassen Weges dargestellt worden) bis zur SO_3-Bildung begünstigt, so zeigt ein durch $SO_2 + CH$-Gas seines Erglühungsvermögens beraubter Platinschwamm sich nicht CS_2-haltig, wie ein durch AH_3-Gas erloschener, kein A darbietet. Uebrigens darf man jene galv. Ketten, welche vom Wasser verschluckte Lüfte (z. B. OA rc.) enthalten, darum noch nicht als Ketten betrachten, in welchen Luft als solche ein Mit-Glied darstellt, denn vom Wasser verschluckte Luft ist wässrig-flüssliche. Sollte sich daher zeigen, daß bei jenen, von S. beobachteten Umwandelungen einer stark gewässerten Kalineisen-Kyanid-Lösung in gelöstes Kalineisen-Kyanür durch Einsenken von Eisendraht, oder überhaupt durch Berührung leicht oxydirbarer Stoffe (frei werdendes H, S-, Se-, Pg, As-, Sb-Hydrogenide, Harnsäure,

weniger ihres O beraubter atmosph. Luft, welches entsteht, wenn man Phosphor bei Luftwärmen über 0°C (z. B. bei 15°—18° C) in atmosph. Luft einige Zeit einschließt, 60 zeigen diese Metalle, +E-Ladung, die, nachdem sie ein Größtes erreicht hatte, abzunehmen beginnt, dann =0 wird und nun in —E-Ladung übergeht; sobald letzteres der Fall ist, bietet das dunstig-gasige Gemisch nicht mehr sog. Phosphor-, sondern Ozon-Geruch dar, bleicht nun Lackmus, Indigo ꝛc. und verhält sich in dieser Hinsicht ganz ähnlich, wie das an der Anode befindliche, neben Ozon auch O-haltige Wasser bei der durch eine Volta'sche Batterie bewirkten Wasser-Zerlegung. Da S. mittelst bemerkter P-Oxydation nie Ozon erhielt, wenn er statt A-haltigen O-Gases reines O-Gas anwandte, so führte ihn dieses zu der Folgerung, daß A zur Ozon-Erzeugung wesentlich erforderlich sey; oben S. 949 u. 1296.*) Wendet man bei hieher gehörigem Versuch KJ-haltigen Amylonkleister als Erkennungsmittel für das durch Ozon-Dampf entwickelte J (und dadurch mittelbar für das Ozon selber) an, so darf man nicht das zu prüfende KOz (Ozonkalin) mit dem KJ ꝛc. mengen, und dann die verdünnte Schwefelsäure zusetzen; denn in diesem Falle erhält man Amylon-Bläuung, auch wenn kein Atom Ozon mit zugegen ist; denn KJ, wie NaJ ꝛc. geben, mit dergleichen SO_3 behandelt, nicht nur HJ, sondern auch freies J, weil ein Theil der SO_3 mit der entstandenen HJ-Säure sich zersetzt, und, in SO_2 übergehend, HO bildet, das nun J-haltig ist, wie es Br-haltig seyn würde, wenn man statt KJ, Kalin-Bromid gewählt hätte. Ueberall, wo flüssige Leiter einfacher, oder statt derselben fließliche Schließungsbogen zusammengesetzter galv. Ketten durch Scheidewände gesondert werden,

---

Kreosot, Cinchonin, Morphin, $\overline{Fo}$, $\overline{A}$, $\overline{T}$, $\overline{Ci}$, Zucker, der jedoch damit kurze Zeit siedend erhalten werden muß) die in der Flüssigkeit vorhandene atm. Luft nicht nur chemisch sich bethätige, sondern zugleich auch z. B. mit dem Fe und den übrigen Lösungsantheilen als Glied einer galv. Kette wirksam sey, so enthält solche Kette dennoch kein luftiges Glied. Uebrigens wurde das Kyanid auch durch AO_2 augenblicklich in Kyanür verwandelt, und erschien nun von Ammonoxyd, wahrscheinlich carbonsaurem, begleitet und in allen diesen Fällen zunächst sog. weißes Kyaneisen (sonst auch wohl eisenblausaures Eisenoxydul genannt) ausgeschieden und die Flüssigkeit selbst fället fortan Fe_2O_3-Auflösung blau, FeO-Auflösung hingegen weiß, das aber sofort (durch Eindringen der atm. Luft) in blaues oder in sog. Berlinerblau überging. Umgekehrt wandelte S. das Kyanür in Kyanid um, indem er ihm frei werdendes O zuführte und ihm so einen Theil seines K entzog; z. B. durch Erzmetall-Hyperoxyde, Chlor ꝛc.

*) Das sehr schwer lösliche freie Ozon jener Anode-Flüssigkeit und ebenso jenes mittelst P gewonnene, diesen Falls jedoch zuvor von Säure ꝛc. durch Waschen gereinigt, stellte S. dadurch gesammelt dar, daß er es mit KOHO-Lösung schüttelte und diese Lösung dann mit verdünnter SO_3 übersetzte; schon an der Luft geglühetes KO (das von Kalin-Hyperoxyd nicht frei ist) gab solchen Weges Oz. Vergl. S. 1297 ff., 1287 Anm. und 1329. Das Gewitterregen-Wasser enthält, S. zufolge, gleich dem mit +E-Funken beladenem Wasser (S. 1759) Ozon; vgl. oben S. 1720. 1731.

welche Endosmose und Exosmose zulassen (oben S. 1427), tritt diese nicht nur ein, sondern findet sich auch von der elektrischen Vertheilungs-Bewegung (oder den elektrischen primären, wie secundären Strömungen) begleitet und, nach Maaßgabe der Stromrichtungen, entweder befördert, oder mehr oder weniger gehindert. Welcher von beiden Fällen eintritt und wie weit hiebei deren Einfluß reicht, dürfte vielleicht am sichersten ermittelt werden, wenn man zu hieher gehörigen Versuchen den Gebrauch genau messender Endosmometer mit dem sehr empfindlicher Galvanometer verbände.*) Was die Einwirkung der Elektroden auf Wasser vermag, das durch Thierblase geschieden worden, zeigten Wollaston's und Porret's (spätere) Versuche; m. Experimentalphysik II, 137. Als P. den +E-Poldraht mit dem die eine Zelle füllenden Wasser leitend verband, während das nur wenige Tropfen betragende Wasser der zweiten Zelle mit dem —E-Pol verbunden worden, bewegte sich das Wasser der ersteren (das ohne solche Verbindung zuvor mehrere Stunden lang die Zelle gefüllt hatte, ohne im Mindesten durch die Blase hindurch zu dringen (weil ihr gegenüber, zur Endosmose, das Wasser fehlte), in die zweite und so erfolgte jetzt der Durchgang in solchem Maaße, daß schon nach Ablauf einer halben Stunde in beiden Zellen das Wasser gleich hoch und endlich in der —E-Zelle 3/4 Zoll höher stand, als in der +E-Zelle. Wird übrigens zu dergleichen, so wie zu gewöhnlichen die Endosmose betreffenden Versuchen, ein und dieselbe Membran oftmals nach einander verwendet, so quillt sie mehr oder weniger auf, gewinnt dadurch an Dicke und damit gleichmäßig an Enge ihrer Durchgangsräume, und vermittelt daher statt stärkerer, schwächere Endosmose.

η) Setzt man Volta'sche Batterien aus ungleich gegliederten einfachen Ketten zusammen, so wird es möglich, daß ihre elektromotorischen

*) Ein dergleichen Endosmometer beschreibt Dr. Vierordt in W. Griesinger's Archiv für physiologische Heilkunde. Jahrg. 6, Heft 7, S. 655 ff. (Stuttgart 1847. 8.). Es unterscheidet sich dieses Endosmometer von anderen, früher bekannt gewordenen Vorrichtungen der Art unter andern dadurch vortheilhaft, daß die Nachgiebigkeit der die beiden ungleich fließlichen und ungleich dichten Flüssigkeiten (z. B. reines Wasser und wässrige Lösung von $ZnO\,SO_3$) scheidenden, zwischen gespannten Membran genauest berücksichtigt worden, was bei früheren hieher gehörigen Versuchen anderer Forscher unbeachtet blieb. Während Fischer, solcher Nichtberücksichtigung ohngeachtet gefunden hatte, was Dutrochet dann ausführlicher erörterte, daß mit der Minderung des Lösungswassers eines im Wasser gelösten Stoffes, die Stärke seiner Endosmose wächst, bestimmte V., dieses Bethätigungsverhältniß zwischen dem durch eine Membran geschiedenen reinem Wasser und der wässrigen Lösung eines löslichen Stoffes, wie folgt: Die Stärke der Endosmose — gemessen durch die Abnahme des dem (in den Versuch genommenen) Wasser zukommenden Raumumfang und die gleichzeitig eingetretene Volum-Zunahme der Lösung — ist, bei Lösungen eines und desselben Stoffes, proportional der Menge desselben; enthält z. B. in einem Versuche das Lösungswasser doppelt so viel Zucker, als in einem früheren, so tritt auch eine 2mal so große Volum-Veränderung ein. Je mehr Zucker gelöst war, um so mehr tritt auch zum reinen Wasser über.

Wirksamkeiten sich gegenseitig erschöpfen und so die Batterie wirkungslos machen; z. B. wenn die einzelnen einfachen Ketten derselben folgendermaaßen gegliedert würden: Cu Zn W (Wasser) Zn Cu W, Cu Zn W, Zn Cu W etc. Wie durch Abänderung ähnlicher Art theils Batterien mit verwechseltem Elektroden-Werth (+E dort, wo man sonst —E zu erwarten hatte und umgekehrt), und wie durch Zwischenlagerung wirkungsloser Batterien Gesammtbatterien möglich werden, welche an beiden Polen +E darbieten, zeigte Ritter; a. a. O. 90 ff. Derselbe Physiker verband zuerst zwei und mehrere, gleichviel und gleich großflächige einfache Ketten enthaltende Batterien sowohl zu Gesammtbatterien von, der Anzahl der einzelnen Batterien entsprechend vergrößerter Spannung, als auch von entsprechend vermehrter chemischer ꝛc. Wirksamkeit, indem er zur Lösung der ersten Aufgabe, den —E-Poldraht der einen Batterie mit dem +E-Poldraht der nächsten und so fort die aller folgenden Batterien mittelst eines Zwischendrahts in leitende Verbindung setzte, und im anderen Falle, alle gleichnamigen Pole (also alle Zinkpolplatten und ebenso auch alle Kupferpolplatten) mittelst Zwischendrähten unter sich leitend verband; 20 Kupfer-Zink-Batterien, jede von 100 Plattenpaaren, gaben so eine Volta'sche Säule von 2000 Plattenpaaren, deren wechselnde Spannungs-Ab- und Zunahme R., unter Beiziehung von kundigen, sich wechselseitig ablösenden Gehülfen, 24 Stunden hindurch ununterbrochen beobachtete und so zur Bestimmung jener Wechseldauern der Wirksamkeiten Volta'scher Säulen gelangte, von denen er vermuthete, daß sie einem allgemeinen Zeitgesetz aller physischen und chemischen, wie physiologischen Bethätigungen der Erde (und mithin auch denen der Lebensgänge), aller einzelnen lebendigen Leiber untergeordnet seyen. Ebenso verband er auch, in der zweiten Weise, mehrere kleinplattige Säulen zu dem Wirkungswerthe einer großplattigen, die dann lebhafteste Eisen- und Stahl-Schweißungen, Schmelzungen und Verbrennungen verschiedener Metalle ꝛc. ꝛc. gewährte; a. a. O. S. 111. Daß solcher Weise in großplattige Batterien verkehrte kleinplattige, unter andern auch Funken-Bildungen unter Wasser, Azotsäure ꝛc. lebhafteste Vereinigungen starrer Metalle, mit flüssigen, durch die ganze Masse hindurch reichende Amalgamirungen dicker Kupfer-, Eisen- ꝛc. Drähte gewähren, zeigte sich dem Verf. dieses Hdbs. bereits im Jahr 1805; auch bestätigte sich demselben solchen Weges späterhin Dessaigne's Beobachtung: daß die Wirksamkeit einer Batterie um so größer ist, je größer die Temperatur-Unterschiede sind, welche ihre beiden Pole darbieten. Führt man den Strom durch einen feinen, eine Kohle durchsetzenden Draht, so findet man diesen schon bei mäßig starken Batterien stark erhitzt; a. a. O. S. 89. — Als Singer mittelst seiner oben (S. 1728) gedachten Batterie einen sehr dünnen Pt-Draht

in's Glühen brachte, den er zuvor in H=Gas eingehüllt hatte, zersplitterte derselbe; daß manche von selber erfolgte Metallplatten-, Blei- Zink- und Zinnröhren- (Orgelpfeifen-) Zerberstung ähnlichen Weges vor sich gehen mag (Kunkel sah eine, wahrscheinlich stellenweise ungleich Kupfer-haltige Silberplatte, in Folge langen Liegens brüchig werden), dürfte genauere Untersuchung solcher Metalle außer Zweifel setzen; auch schon aus diesem Grunde müssen Stückgut-Gußeisen-Legirungen möglichst physisch und chemisch gleiche Massen darbieten. Singer sah eine Volta'sche Batterie unwirksam werden, wenn sie, ihrer ganzen Masse nach 100° C. heiß erhalten wurde (und ebenso, wenn er sie unter 15° C. kältete). Daß umgekehrt, kurz vor der Verwendung bewirkte, mäßige Erhitzung der zu Batterien bestimmten Metallplatten, die Wirksamkeit der Batterie merklich steigert (aber, bestand diese aus einer Säule, auch im gleichen Verhältniß kürzt), erfuhr der Verf. dieses Hdbs zum Oesteren. Ueber das Geschichtliche von Humphry-Davy's 1807 erfolgter Laugmetall-Entdeckung a. a. O. S. 122 und oben S. 787, 949. Pachiani's angeblich am +E-Pol aus sog. reinem Wasser erzeugtes Chlor, dürfte zum Theil Ozon gewesen seyn. Die erste galv. und als solche anerkannte Wasserzersetzung bewirkte Ash 1796, die von Carlisle und Nicholson zu Wege gebrachte, erfolgte erst mittelst der V.'schen Batterie, im Jahr 1800. Davy erhielt übrigens, als er das aus silbernen Gefäßen, in stark verdünnter Luft möglichst langsam destillirte Wasser zersetzte, etwas Azotsäure; wahrscheinlich, weil auch dieses Wasser nicht luftfrei und vielleicht selbst etwas Ammoniak-haltig war. Bei galv. Zersetzung gewässerter Azotsäure erhält man gemeinhin, am —E-Pol nicht nur A- und H-Gas, sondern auch Spuren von Ammoniak. Die neueren galvanischen (einfachen wie zusammengesetzten) Ketten unterscheiden sich von den älteren Vorrichtungen der Art hauptsächlich dadurch, daß man als erregende Flüssigkeiten starke Säuren anwendet, welche, wo möglich beide großflächige Gegenflächen jedes der starren Erreger berühren, während sie selbst innerhalb der sauren Flüssigkeiten (mit oder ohne nichtleitende starre poröse Zwischenschichten) nicht zur gegenseitigen Berührung gelangen. Ueber die zum Theil hieher gehörigen älteren Trogapparate Cruikshank's, Cuthberson's, Pepy's, Wilkinson's, Ritter's, Oerstedt's, Singer's und Children's (S. 1728), Hare's u. A., vergl. m. Experimentalphys. II, 80—87. Letzteren schließt sich jene Kette an, welcher Francis Watkins sich zu sehr starken Elektromagnetisirungen bediente. *) Eine

*) Den weiteren (äußeren) Kupfercylinder dieser Vorrichtung füllt man mit einer wohl angesäuerten wässrigen Lösung des $CuO\,SO_3$, den Zinkcylinder mit einem Gemisch von 1 Vitriolöl mit 42 Wasser, stellt jedoch letzterer kein Gefäß dar, sondern steht er vielmehr, einen inneren, engeren Kupfercylinder (ohne ihn zu berühren) umfassend, mit seinem unteren Rande auf der, denselben engeren Kupfercylinder umgebenden

noch wirksamere Kette ist die 1842 bekannt gewordene (längere oder kürzere Zeit andauernd gleichmäßig wirkende), daher als constante

---

(zu dem Ende in Mitten durchlöcherten) kreisrunden, den kupfernen Boden des weiteren Kupfercylinders bedeckenden Spiegelglasplatte (oder besser: auf drei zu einem Dreieck vereinten dicken Glasstreifen), so füllt man die Zwischenräume zwischen Cu, Zn und (inneren) Cu entweder nur mit der letzteren, oder falls man stärkere und sehr starke Wirkungen verlangt, mit minder verdünnter Schwefelsäure, oder mit einem Gemisch von 1 Maaßtheil Azotsäure von 1,25 bis 1,35 Eigengew. mit 5 bis 6 Wasser und 2 Vitriolöl; doch reicht meistens mäßig verdünnte Schwefelsäure, ohne Beimischung von Azotsäure, zu allen Versuchen vollkommen aus. Mittelst zwischen gestellten Glasstäben verhütet man die Berührung zwischen dem inneren Kupfer- und dem Zink-Cylinder am leichtesten; der äußere Kupfercylinder muß überdem so weit seyn, daß er von dem Zinkcylinder überall $^1/_3$ bis $^1/_2$ Zoll fern. Auch darf man die Zwischenräume der Cylinder nicht zu weit herauf mit der Säure füllen, weil diese viel Gas entwickeln macht, was letztere schaumig ausdehnt. An dem oberen Rande des äußeren Cu- und ebenso an dem des Zn-Cylinders muß sich an jeden ein kupfernes (oder bronzenes) Becherchen oder Näpfchen aufrecht festgelöthet vorfinden, das man inwendig mit etwas Mercur-Auflösung weißt (mit Mercur überzieht), dann auswäscht und mit Baumwolle blank reibt, um es so in den Stand zu setzen: hineinzugießendes Mercur überall innigst zu berühren. In jedes dieser Näpfchen taucht ein passend gebogener, an seinen Enden ebenfalls amalgamirter dicker Kupferdraht, der einen Korkstöpsel durchsetzt, der, hatte man das diesen durchsetzende Drahtende in das Mercur des Näpfchens $^1/_2$ Zoll tief eingesenkt, das Näpfchen verschließt und damit zugleich den Draht in seiner Stellung festigt. Behufs elektromagnetischer Versuche reicht das entgegengesetzte Ende jedes dieser beiden Kupferdrähte, in ganz gleicher Weise in ein drittes, außerhalb der Cylinder befindliches, mit ihnen nicht leitend verbundenes, übrigens den ersteren beiden ganz gleiches Näpfchen, und ebenso das andere Ende des zweiten Drahtes in ein viertes Näpfchen der Art. Diese letzteren beiden Näpfchen (das 3te und 4te) dienen für jenen Fall dazu, in durchaus gleicher Weise, wie das 1ste und 2te, die Verbindung zwischen denen genannten beiden Drähten und den beiden Drahtenden einer Kupferdraht-Spirale herzustellen, deren Draht in Absicht der Dicke jenen ersteren beiden Drähten gleichkommt und die einen senkrecht aufgehängten hufeisenförmigen Eisen-Bügel umspannt, dessen Schenkel soweit von dem unteren tischförmigen Theil des ganzen (hölzernen) Gestelles — dessen oberer eiserner Haken das Hufeisen trägt — fern, daß eine passende dicke Stahlplatte, als sog. Anker, den freien Schenkelenden des Bügels ungehindert genähert werden kann. Die vom Eisen-Bügel abgewendete untere Seite dieses Ankers ist in ihrer Mitte mit einem starken Haken versehen, damit, hängt der Anker mit den Enden seiner oberen Seite an den Bügelenden (kraft der in diesen erweckten magnetischen Anziehung) fest, daran der Ring eines mit vier, in diesem Ringe zusammenlaufenden starken eisernen Ketten versehenen Brettes gehängt und so, durch Besetzen des schwebenden Brettes mit Gewichten, die Stärke des in dem Hufeisen erzeugten Magnetismus geprüft werden kann. Betrug die Gegenfläche der in der verdünnten Säure sich berührenden Metalle 600 Geviertzoll (= 2,88 Geviertfuß), so kann der Anker 4 Centner tragen, während die, w. o. beschriebene Grove'sche Kette eine Elektromagnetisirung zu erwirken vermag, die der Tragkraft von 2400 Pfd. gleichkommt. — Ritter berechnete (m. Experimentalphys. II, 43 ff.) aus der, durch Sieden von AgCh mit Fe und Wasser bewirkten Herstellung des Silbers, daß solche einfache Kette binnen 10 Minuten leistete, was die beste Elektrisirmaschine binnen 1963 mal so viel Zeit gewähret haben würde. Grove's und die ebenfalls w. o. beschriebene Bunsen'sche Kette setzen in den Stand, die elektrochemischen Wirkungen galvanischer Vorrichtungen ebenso schnell als vollständig eintreten zu machen. Trockne, pulvrige Erzmetalloxyde stellt man solchen Weges metallisch her, indem man

bezeichnete Grove'sche, in welcher das elektronegative metallische Glied aus Platinblech besteht, das von einem porösen Pfeifenthontrog getragen, in diesem von Azotsäure von gewöhnlicher Stärke sich umgeben findet, während eine gebogene Zinkplatte in einem gläsernen (oder thönernen) Troge so gestellt ist, daß zwischen ihren beiden Seiten der Thontrog des Platin Raum hat und verdünnte Schwefelsäure das Zink umgibt. *) Von ähnlicher Einrichtung und Wirksamkeit ist auch Schönbein's Gußeisen-Kette, in der passives Gußeisen das Pt vertritt, indessen gewöhnliches das Zn ersetzt. Ein hohler, 10 Zoll hoher und $3^1/_2$ Zoll weiter gußeiserner Cylinder umfaßt einen bis zu seinem Rande hinaufreichenden, und 3 Linien von seiner Innenwand abstehenden, frei beweglichen Thoncylinder und dieser einen zweiten hohlen oder dichten, etwa 9 Zoll 5 Linien hohen und ohngefähr 3 Zoll Querdurchmesser habenden Gußeisencylinder. Nachdem man in die Thonzelle verdünnte Schwefelsäure gegossen hatte, füllt man den Zwischenraum derselben und des äußeren Gußeisencylinders mit wasserarmer Azotsäure, wodurch dieses Gußeisen elektronegativ, dadurch aber gegen den Angriff der Säure geschützt und zugleich als elektronegatives Glied der Kette in elektrische Mitwirksamkeit versetzt wird, sofern zwischen ihm und

---

sie auf ein mit dem + E-Pol verbundenes Platinblech schüttet und dann mit dem − E-Poldraht berührt; Feuchtung mit etwas Wasser fördert diese sog. Reductionen und darf bei schwer reducirbaren Oxyden nicht fehlen. Zur Zersetzung kleiner Antheile von Kali bedient man sich zweckmäßig einer a. a. O. S. 124 von mir beschriebenen und auf der dort beigegebenen Tafel unter Fig. 2 abgebildeten Vorrichtung, außerdem aber eines eisernen Schälchen, das mit dem positiven Pol verbunden worden und worin man ein Stückchen ausgehöhltes Kali gelegt hatte, dessen Höhlung man mit etwas Mercur ausfüllt; man berührt dann Letzteres mit dem negativen Draht und erhält so Kalinamalgam, das in einer zuvor erwärmten und mit Petroldampf erfüllten Retorte erhitzt, sein Mercur in Dampfform in die Petrol enthaltende und gehörig kalt erhaltene Vorlage entläßt. Ob es solchen Weges gelingen würde: K + Si z. B. aus reinem sog. Wasserglase (S. 1246) darzustellen? steht zu versuchen. Weiterer Prüfung werth ist übrigens, in dieser Beziehung, Simon's vor mehr denn 45 Jahren veröffentlichte Beobachtung: daß sog. Kieselfeuchtigkeit (wässriges basisch-silicsaures Kali), mittelst einer Volta'schen Batterie zersetzt, ihren Silicsäure-Gehalt nicht am positiven, sondern am negativen Pole entlasse, hierin den in Säuren aufgelösten Erden gleichend (wie alumsaures Kali sich in dieser Hinsicht verhalten würde, ist zur Zeit noch unermittelt). Aehnlich wie das K, so lassen sich auch alle übrigen Laug- und Erdlaugmetalle aus ihren Chloriden und Oxyd-Salzen in Amalgame verwandeln und aus diesen durch Destillation scheiden; das in dieser Weise zu Stande kommende Ammon-Amalgam sah ich Dendriten bilden; m. Arch. f. d. ges. Naturl. XIX, 432. Ueber Arsen-Entdeckung mittelst einfacher galv. Ketten s. Fischer's Abhandl. in Schweigger's Journ. XII, 197 ff.

*) Jacobi zufolge wirkt eine nur sechs Geviertzoll Pt-Gegenfläche darbietende Platin-Zink-Kette, bei Anwendung ein und desselben feuchten Leiters ebenso viel, als eine 100 Geviertzoll Kupferfläche enthaltende Kupfer-Zink-Kette. In neuerer Zeit bevorzugt man Grove'sche Ketten, in welchen Pt und Zn als Hohlcylinder zugegen sind.

ihm nun das Außenende des — E-Poldrahts nähert; das Au verbrennt dann mit atmosphärischem O zu Goldoxyd (wie solches Trommsdorff d. Ält. schon vor 47 bis 48 Jahren, indem er Ritter's hieher gehörige Versuche wiederholte, darthat, *) begleitet vom elektrischen Entladungslicht der Batterie.

ε) Schließt man eine Volta'sche Batterie durch einen dünnen Platindraht, den man von einer Glasröhre umhüllt hatte, und ist die Batterie in solchem Maaße wirksam, daß der Draht rothglühend erscheint, so sieht man ihn dagegen lebhaft weiß glühen, sobald man die Luft der Röhre zuvor möglichst verdünnt hatte; was beweiset, daß die galvanisch (nach Neeff am + E-Pol; oben S. 1726) erzeugte Wärme es ist, die an solchem Glühen Hauptantheil hat; denn im luftverdünnten Raume kann durch Mittheilung weniger Wärme in Verlust gehen, als in der unverdünnten Luft. Lenz zufolge steht die Erwärmung des Schließungsdrahtes im geraden Verhältniß des Leitungswiderstandes und des Quadrates der Stromstärke. **)

ζ) Eine der zuvor (in der Untermerkung) beschriebenen Schönbein'schen Kette aus Platin- und Hydrogen-Wasser ähnliche, ist Grove's sog. Luftsäule. G. behauptet jedoch, das Pt mit HO und H-HO (und ebenso mit HS-, HSe-, H_3P-, H_3As- und H_3Sb-HO, die an ein sie getauchtes Pt ebenfalls + E-Ladung bewirken) nur dann wirksame, primäre Ströme entwickelnde Ketten gebe, wenn das HO solcher

*) T.'s Journ. der Pharmacie IX, 2. S. 407: „Enthält das in solchen Verbrennungsversuch genommene Blattgold auch nur Spuren von Silber oder von Kupfer und Silber, so verbrennt es nicht mit reinem, kaum gelblichem Weißlichte, sondern mit Beimischungen von Grün. In ähnlicher Weise läßt sich im verbrennenden Blattkupfer das mit rothem Strallicht verbrennende Eisen erkennen und lassen sich überhaupt mancherlei Beimischungen in Metallen (z. B. auch das mit blendendstem Weißlicht verbrennende C und Si des Stahls, das im sog. Pewter dem Zinne in sehr kleinen Mengen beigegebene Cu, das dem käuflichen Zinn beigemischte Pb, Zn, Bi und Fe erkennen. — Simon wollte zwar keine Beschleunigung jener galvanischen Verbrennungen wahrgenommen haben, wenn er seiner Volta'schen Säule, statt atmosph. Luft, Oxygen-Gas darbot; indessen sind S.'s hieher gehörige Beobachtungen schon darum zweifelhaft, weil in O-Gas stehende Volta'sche Säulen kräftiger wirken, als die in der atmosph. Luft aufgerichteten.

**) Singer's aus 20,000 Zn und Cu Metallblättchen-Paaren zusammengesetzte trockne Säule (S. 1762, 1767) gab deutlich erkennbare Schließungs-Funken, schmolz einen Platindraht von 1 Zoll Länge und $1/_{5000}$ Zoll Dicke, durchlöcherte dickes Zeichenpapier, jedoch kein Kartenblatt, war aber „chemische Zersetzungen“ zu bewirken, durchaus „unvermögend.“ — Man will Saamen im Wasser der Anode einer Volta'schen Batterie haben schneller keimen sehen (als im gewöhnlichen reinen Wasser), während im Wasser der Kathode nichts der Art erfolgte (Gilbert's Ann. XXVIII, 196); wie sich keimungsfähige Saamen zum Anode-Wasser starker trockner Säulen verhalten, ist unbekannt. Wahrscheinlich entführen dergleichen trockne Säulen, mit ihren Elektroden, lebenden Körpern, auch keine Salzbestandtheile; vergl. oben S. 1758 und Gilbert's Ann. XX, VIII, 196.

Ketten zuvor mit O (z. B. mit atmosphärischem) geschwängert worden; was S. bestreitet, jedoch seinen hieher gehörigen neueren Versuchen gemäß bemerkt, daß in dergleichen Fällen primäre Ketten möglich werden, wenn das zuvor durch jene H-Berührung elektropositiv gewordene Pt, durch darauf erfolgte Berührung von O oder Ch, ꝛc. sein Elektropositions-Verhalten eingebüßt hat. *) Uebrigens machen hieher gehörige Beobachtungen es wahrscheinlich, daß nicht nur Pt, sondern auch die übrigen Erzmetalle, oberflächlichster Oxydation wie Hydrogenation fähig sind, und gegen flüssige Leiter im ersteren Falle Elektronegativität, **) im letzteren Elektropositivität erlangen, oder an der einen oder anderen gewinnen; Hydrogenationen der Art wollten schon Ritter und Brugnatelli d. Aelt. beobachtet haben (S. 1757 u. m. Experimentalphys. II, 29). Platinschwamm verlor, in S.'s Versuchen, in H-Gas und den durch H gasig gewordenen Grundstoffen sein Vermögen H-Gas mittelst zuströmender atmosph. Luft zu entzünden, und zwar am schnellsten durch S-, Se- und P-haltiges H-Gas; Ausglühen, Behandlung mit AO_5 oder mit KO-Lösung stellte sein Erglühungs- und Entzündungs-Vermögen wieder her. ***) Taucht man, S. zufolge, Au oder Pt in jenes Gemisch von dampfiger Phosphorichtsäure, und mehr oder

*) HS, so wie die übrigen oben genannten, im Wasser löslichen H-Verbindungen, bekommen gegen reines Wasser +E und gaben mit demselben, wie bemerkt, in S.'s Versuchen, sowohl mit Pt, als mit Au und Cu wirksame Ketten. Mit Pt geschlossen zeigte sich vor allen die HSe HO als Glied enthaltende Kette am wirksamsten, indem dieses Glied gegen HO am stärksten elektropositiv wurde. Während reines HHO neben HO darbietende Ketten nur mit Pt sich galvanisch bethätigen, erfolgten dergleichen bei Ketten, in denen eine der übrigen H-Verbindungen das reine H vertrat, auch mit Au, Ag und Cu.

**) Als S. Eisendraht an einem seiner Enden bis zum Anlaufen erhitzte, wurde er von gewöhnlicher (d. i. mäßig verdünnter) Azotsäure nicht angegriffen, oder war, wie S. dieses verneinende Verhalten nannte, passiv; daß bloßes Erhitzen, mit Ausschluß aller Oxydation Gleiches bewirke, wie Martens gefunden zu haben wähnte, wurde von S. durch wiederholte Versuche widerlegt. Entzieht man übrigens dergleichen Fe das O durch Eintauchen in wäßrige Hydrochlorsäure, so wie durch darauf folgendes Reiben mit Fließpapier und Abwaschen mit Wasser, so wird es von gehörig gewässerter Azotsäure sofort lebhaft angegriffen.

***) S. zufolge erlosch dieses Vermögen in jenem Gase, so wie in SO_2, weil das Pt ihnen S, Se, P, As ꝛc. entzogen hatte; allein abgesehen davon, daß Pt die Vereinigung des S mit O (z. B. wenn es als PtS nassen Weges dargestellt worden) bis zur SO_3-Bildung begünstigt, so zeigt ein durch $SO_2 + CH$-Gas seines Erglühungsvermögens beraubter Platinschwamm sich nicht CS_2-haltig, wie ein durch AH_3-Gas erloschener, kein A darbietet. Uebrigens darf man jene galv. Ketten, welche vom Wasser verschluckte Lüfte (z. B. OA ꝛc.) enthalten, darum noch nicht als Ketten betrachten, in welchen Luft als solche ein Mit-Glied darstellt, denn vom Wasser verschluckte Luft ist wäßrig-flüssliche. Sollte sich daher zeigen, daß bei jenen, von S. beobachteten Umwandelungen einer stark gewässerten Kalineisen-Kyanid-Lösung in gelöstes Kalineisen-Kyanür durch Einsenken von Eisendraht, oder überhaupt durch Berührung leicht oxydirbarer Stoffe (frei werdendes H, S-, Se-, Pg, As-, Sb-Hydrogenide, Harnsäure,

weniger ihres O beraubter atmosph. Luft, welches entsteht, wenn man Phosphor bei Luftwärmen über 0° C (z. B. bei 15°—16° C) in atmosph. Luft einige Zeit einschließt, 60 zeigen diese Metalle, + E-Ladung, die, nachdem sie ein Größtes erreicht hatte, abzunehmen beginnt, dann = 0 wird und nun in — E-Ladung übergeht; sobald letzteres der Fall ist, bietet das dunstig-gasige Gemisch nicht mehr sog. Phosphor-, sondern Ozon-Geruch dar, bleicht nun Lackmus, Indigo ꝛc. und verhält sich in dieser Hinsicht ganz ähnlich, wie das an der Anode befindliche, neben Ozon auch O-haltige Wasser bei der durch eine Volta'sche Batterie bewirkten Wasser-Zerlegung. Da S. mittelst bemerkter P-Oxydation nie Ozon erhielt, wenn er statt A-haltigen O-Gases reines O-Gas anwandte, so führte ihn dieses zu der Folgerung, daß A zur Ozon-Erzeugung wesentlich erforderlich sey; oben S. 949 u. 1296.*) Wendet man bei hieher gehörigem Versuch KJ-haltigen Amylonkleister als Erkennungsmittel für das durch Ozon-Dampf entwickelte J (und dadurch mittelbar für das Ozon selber) an, so darf man nicht das zu prüfende KOz (Ozonkalin) mit dem KJ ꝛc. mengen, und dann die verdünnte Schwefelsäure zusetzen; denn in diesem Falle erhält man Amylon-Bläuung, auch wenn kein Atom Ozon mit zugegen ist; denn KJ, wie NaJ ꝛc. geben, mit dergleichen SO_3 behandelt, nicht nur HJ, sondern auch freies J, weil ein Theil der SO_3 mit der entstandenen HJ-Säure sich zersetzt, und, in SO_2 übergehend, HO bildet, das nun J-haltig ist, wie es Br-haltig seyn würde, wenn man statt KJ, Kalin-Bromid gewählt hätte. Ueberall, wo flüssige Leiter einfacher, oder statt derselben fließliche Schließungsbogen zusammengesetzter galv. Ketten durch Scheidewände gesondert werden,

---

Kreosot, Cinchonin, Morphin, $\overline{Fo}$, $\overline{A}$, $\overline{T}$, $\overline{Ci}$, Zucker, der jedoch damit kurze Zeit siedend erhalten werden muß) die in der Flüssigkeit vorhandene atm. Luft nicht nur chemisch sich bethätige, sondern zugleich auch z. B. mit dem Fe und den übrigen Lösungsantheilen als Glied einer galv. Kette wirksam sey, so enthält solche Kette dennoch kein luftiges Glied. Uebrigens wurde das Kyanid auch durch AO_2 augenblicklich in Kyanür verwandelt, und erschien nun von Ammonoxyd, wahrscheinlich carbonsaurem, begleitet und in allen diesen Fällen zunächst sog. weißes Kyaneisen (sonst auch wohl eisenblausaures Eisenoxydul genannt) ausgeschieden und die Flüssigkeit selbst fället fortan Fe_2O_3-Auflösung blau, FeO-Auflösung hingegen weiß, das aber sofort (durch Eindringen der atm. Luft) in blaues oder in sog. Berlinerblau überging. Umgekehrt wandelte S. das Kyanür in Kyanid um, indem er ihm frei werdendes O zuführte und ihm so einen Theil seines K entzog; z. B. durch Erzmetall-Hyperoxyde, Chlor ꝛc.

*) Das sehr schwer lösliche freie Ozon jener Anode-Flüssigkeit und ebenso jenes mittelst P gewonnene, diesen Falls jedoch zuvor von Säure ꝛc. durch Waschen gereinigt, stellte S. dadurch gesammelt dar, daß er es mit KOHO-Lösung schüttelte und diese Lösung dann mit verdünnter SO_3 übersetzte; schon an der Luft geglühetes KO (das von Kalin-Hyperoxyd nicht frei ist) gab solchen Weges Oz. Vergl. S. 1297 ff., 1287 Anm. und 1329. Das Gewitterregen-Wasser enthält, S. zufolge, gleich dem mit + E-Funken beladenem Wasser (S. 1759) Ozon; vgl. oben S. 1720, 1731.

welche Endosmose und Exosmose zulassen (oben. S. 1427), tritt diese nicht nur ein, sondern findet sich auch von der elektrischen Vertheilungs-Bewegung (oder den elektrischen primären, wie secundären Strömungen) begleitet und, nach Maaßgabe der Stromrichtungen, entweder befördert, oder mehr oder weniger gehindert. Welcher von beiden Fällen eintritt und wie weit hiebei deren Einfluß reicht, dürfte vielleicht am sichersten ermittelt werden, wenn man zu hieher gehörigen Versuchen den Gebrauch genau messender Endosmometer mit dem sehr empfindlicher Galvanometer verbände.*) Was die Einwirkung der Elektroden auf Wasser vermag, das durch Thierblase geschieden worden, zeigten Wollaston's und Porret's (spätere) Versuche; m. Experimentalphysik II, 137. Als P. den +E-Poldraht mit dem die eine Zelle füllenden Wasser leitend verband, während das nur wenige Tropfen betragende Wasser der zweiten Zelle mit dem —E-Pol verbunden worden, bewegte sich das Wasser der ersteren (das ohne solche Verbindung zuvor mehrere Stunden lang die Zelle gefüllt hatte, ohne im Mindesten durch die Blase hindurch zu dringen (weil ihr gegenüber, zur Endosmose, das Wasser fehlte), in die zweite und so erfolgte jetzt der Durchgang in solchem Maaße, daß schon nach Ablauf einer halben Stunde in beiden Zellen das Wasser gleich hoch und endlich in der —E-Zelle 3/4 Zoll höher stand, als in der +E-Zelle. Wird übrigens zu dergleichen, so wie zu gewöhnlichen die Endosmose betreffenden Versuchen, ein und dieselbe Membran oftmals nach einander verwendet, so quillt sie mehr oder weniger auf, gewinnt dadurch an Dicke und damit gleichmäßig an Enge ihrer Durchgangsräume, und vermittelt daher statt stärkerer, schwächere Endosmose.

η) Setzt man Volta'sche Batterien aus ungleich gegliederten einfachen Ketten zusammen, so wird es möglich, daß ihre elektromotorischen

---

*) Ein dergleichen Endosmometer beschreibt Dr. Vierordt in W. Griesinger's Archiv für physiologische Heilkunde. Jahrg. 6, Heft 7, S. 655 ff. (Stuttgart 1847. 8.). Es unterscheidet sich dieses Endosmometer von anderen, früher bekannt gewordenen Vorrichtungen der Art unter andern dadurch vortheilhaft, daß die Nachgiebigkeit der die beiden ungleich fließlichen und ungleich dichten Flüssigkeiten (z. B. reines Wasser und wässrige Lösung von $ZnOSO_3$) scheidenden, zwischen gespannten Membran genauest berücksichtigt worden, was bei früheren hieher gehörigen Versuchen anderer Forscher unbeachtet blieb. Während Fischer, solcher Nichtberücksichtigung ohngeachtet gefunden hatte, was Dutrochet dann ausführlicher erörterte, daß mit der Minderung des Lösungswassers eines im Wasser gelösten Stoffes, die Stärke seiner Endosmose wächst, bestimmte V., dieses Bethätigungsverhältniß zwischen dem durch eine Membran geschiedenen reinem Wasser und der wässrigen Lösung eines löslichen Stoffes, wie folgt: Die Stärke der Endosmose — gemessen durch die Abnahme des dem (in den Versuch genommenen) Wasser zukommenden Raumumfang und die gleichzeitig eingetretene Volum-Zunahme der Lösung — ist, bei Lösungen eines und desselben Stoffes, proportional der Menge desselben; enthält z. B. in einem Versuche das Lösungswasser doppelt so viel Zucker, als in einem früheren, so tritt auch eine 2mal so große Volum-Veränderung ein. Je mehr Zucker gelöst war, um so mehr tritt auch zum reinen Wasser über.

Wirksamkeiten sich gegenseitig erschöpfen und so die Batterie wirkungslos machen; z. B. wenn die einzelnen einfachen Ketten derselben folgendermaaßen gegliedert würden: Cu Zn W (Wasser) Zn Cu W, Cu Zn W, Zn Cu W etc. Wie durch Abänderung ähnlicher Art theils Batterien mit verwechseltem Elektroden-Werth (+E dort, wo man sonst —E zu erwarten hatte und umgekehrt), und wie durch Zwischenlagerung wirkungsloser Batterien Gesammtbatterien möglich werden, welche an beiden Polen +E darbieten, zeigte Ritter; a. a. O. 90 ff. Derselbe Physiker verband zuerst zwei und mehrere, gleichviel und gleich großflächige einfache Ketten enthaltende Batterien sowohl zu Gesammtbatterien von, der Anzahl der einzelnen Batterien entsprechend vergrößerter Spannung, als auch von entsprechend vermehrter chemischer rc. Wirksamkeit, indem er zur Lösung der ersten Aufgabe, den —E-Poldraht der einen Batterie mit dem +E-Poldraht der nächsten und so fort die aller folgenden Batterien mittelst eines Zwischendrahts in leitende Verbindung setzte, und im anderen Falle, alle gleichnamigen Pole (also alle Zinkpolplatten und ebenso auch alle Kupferpolplatten) mittelst Zwischendrähten unter sich leitend verband; 20 Kupfer-Zink-Batterien, jede von 100 Plattenpaaren, gaben so eine Volta'sche Säule von 2000 Plattenpaaren, deren wechselnde Spannungs-Ab- und Zunahme R., unter Beiziehung von kundigen, sich wechselseitig ablösenden Gehülfen, 24 Stunden hindurch ununterbrochen beobachtete und so zur Bestimmung jener Wechseldauern der Wirksamkeiten Volta'scher Säulen gelangte, von denen er vermuthete, daß sie einem allgemeinen Zeitgesetz aller physischen und chemischen, wie physiologischen Bethätigungen der Erde (und mithin auch denen der Lebensgänge), aller einzelnen lebendigen Leiber untergeordnet seyen. Ebenso verband er auch, in der zweiten Weise, mehrere kleinplattige Säulen zu dem Wirkungswerthe einer großplattigen, die dann lebhafteste Eisen- und Stahl-Schweißungen, Schmelzungen und Verbrennungen verschiedener Metalle rc. rc. gewährte; a. a. O. S. 111. Daß solcher Weise in großplattige Batterien verkehrte kleinplattige, unter andern auch Funken-Bildungen unter Wasser, Azotsäure rc. lebhafteste Vereinigungen starrer Metalle, mit flüssigen, durch die ganze Masse hindurch reichende Amalgamirungen dicker Kupfer-, Eisen- rc. Drähte gewähren, zeigte sich dem Verf. dieses Hdbs. bereits im Jahr 1805; auch bestätigte sich demselben solchen Weges späterhin Dessaigne's Beobachtung: daß die Wirksamkeit einer Batterie um so größer ist, je größer die Temperatur-Unterschiede sind, welche ihre beiden Pole darbieten. Führt man den Strom durch einen feinen, eine Kohle durchsetzenden Draht, so findet man diesen schon bei mäßig starken Batterien stark erhitzt; a. a. O. S. 89. — Als Singer mittelst seiner oben (S. 1728) gedachten Batterie einen sehr dünnen Pt-Draht

in's Glühen brachte, den er zuvor in H-Gas eingehüllt hatte, zersplitterte derselbe; daß manche von selber erfolgte Metallplatten-, Blei- Zink- und Zinnröhren- (Orgelpfeifen-) Zerberstung ähnlichen Weges vor sich gehen mag (Kunkel sah eine, wahrscheinlich stellenweise ungleich Kupfer-haltige Silberplatte, in Folge langen Liegens brüchig werden), dürfte genauere Untersuchung solcher Metalle außer Zweifel setzen; auch schon aus diesem Grunde müssen Stückgut-Gußeisen-Legirungen möglichst physisch und chemisch gleiche Massen darbieten. Singer sah eine Volta'sche Batterie unwirksam werden, wenn sie, ihrer ganzen Masse nach 100° C. heiß erhalten wurde (und ebenso, wenn er sie unter 15° C. kältete). Daß umgekehrt, kurz vor der Verwendung bewirkte, mäßige Erhitzung der zu Batterien bestimmten Metallplatten, die Wirksamkeit der Batterie merklich steigert (aber, bestand diese aus einer Säule, auch im gleichen Verhältniß kürzt), erfuhr der Verf. dieses Hdbs zum Oesteren. Ueber das Geschichtliche von Humphry-Davy's 1807 erfolgter Laugmetall-Entdeckung a. a. O. S. 122 und oben S. 787, 949. Pachiani's angeblich am +E-Pol aus sog. reinem Wasser erzeugtes Chlor, dürfte zum Theil Ozon gewesen seyn. Die erste galv. und als solche anerkannte Wasserzersetzung bewirkte Ash 1796, die von Carlisle und Nicholson zu Wege gebrachte, erfolgte erst mittelst der V.'schen Batterie, im Jahr 1800. Davy erhielt übrigens, als er das aus silbernen Gefäßen, in stark verdünnter Luft möglichst langsam destillirte Wasser zersetzte, etwas Azotsäure; wahrscheinlich, weil auch dieses Wasser nicht luftfrei und vielleicht selbst etwas Ammoniak-haltig war. Bei galv. Zersetzung gewässerter Azotsäure erhält man gemeinhin, am —E-Pol nicht nur A- und H-Gas, sondern auch Spuren von Ammoniak. Die neueren galvanischen (einfachen wie zusammengesetzten) Ketten unterscheiden sich von den älteren Vorrichtungen der Art hauptsächlich dadurch, daß man als erregende Flüssigkeiten starke Säuren anwendet, welche, wo möglich beide großflächige Gegenflächen jedes der starren Erreger berühren, während sie selbst innerhalb der sauren Flüssigkeiten (mit oder ohne nichtleitende starre poröse Zwischenschichten) nicht zur gegenseitigen Berührung gelangen. Ueber die zum Theil hieher gehörigen älteren Trogapparate Cruikshank's, Cuthberson's, Pepy's, Wilkinson's, Ritter's, Oerstedt's, Singer's und Children's (S. 1728), Hare's u. A., vergl. m. Experimentalphys. II, 80—87. Letzteren schließt sich jene Kette an, welcher Francis Watkins sich zu sehr starken Elektromagnetisirungen bediente. *) Eine

*) Den weiteren (äußeren) Kupfercylinder dieser Vorrichtung füllt man mit einer wohl angesäuerten wässrigen Lösung des $CuO\,SO_3$, den Zinkcylinder mit einem Gemisch von 1 Vitriolöl mit 42 Wassen, stellt jedoch letzterer kein Gefäß dar, sondern steht er vielmehr, einen inneren, engeren Kupfercylinder (ohne ihn zu berühren) umfassend, mit seinem unteren Rande auf der, denselben engeren Kupfercylinder umgebenden

noch wirksamere Kette ist die 1842 bekannt gewordene (längere oder kürzere Zeit andauernd gleichmäßig wirkende), daher als constante

(zu dem Ende in Mitten durchlöcherten) kreisrunden, den kupfernen Boden des weiteren Kupfercylinders bedeckenden Spiegelglasplatte (oder besser: auf drei zu einem Dreieck vereinten dicken Glasstreifen), so füllt man die Zwischenräume zwischen Cu, Zn und (innerem) Cu entweder nur mit der letzteren, oder falls man stärkere und sehr starke Wirkungen verlangt, mit minder verdünnter Schwefelsäure, oder mit einem Gemisch von 1 Maaßtheil Azotsäure von 1,25 bis 1,35 Eigengew. mit 5 bis 6 Wasser und 2 Vitriolöl; doch reicht meistens mäßig verdünnte Schwefelsäure, ohne Beimischung von Azotsäure, zu allen Versuchen vollkommen aus. Mittelst zwischen gestellten Glasstäben verhütet man die Berührung zwischen dem inneren Kupfer- und dem Zink-Cylinder am leichtesten; der äußere Kupfercylinder muß überdem so weit seyn, daß er von dem Zinkcylinder überall ¹/₄ bis ¹/₂ Zoll fernt. Auch darf man die Zwischenräume der Cylinder nicht zu weit herauf mit der Säure füllen, weil diese viel Gas entwickeln macht, was letztere schaumig ausdehnt. An dem oberen Rande des äußeren Cu- und ebenso an dem des Zn-Cylinders muß sich an jeden ein kupfernes (oder bronzenes) Becherchen oder Näpfchen aufrecht festgelöthet vorfinden, das man inwendig mit etwas Mercur-Auflösung weiß't (mit Mercur überzieht), dann auswäscht und mit Baumwolle blank reibt, um es so in den Stand zu setzen: hineinzugießendes Mercur überall innigst zu berühren. In jedes dieser Näpfchen taucht ein passend gebogener, an seinen Enden ebenfalls amalgamirter dicker Kupferdraht, der einen Korkstöpsel durchsetzt, der, hatte man das diesen durchsetzende Drahtende in das Mercur des Näpfchens ¹/₂ Zoll tief eingesenkt, das Näpfchen verschließt und damit zugleich den Draht in seiner Stellung festigt. Behufs elektromagnetischer Versuche reicht das entgegengesetzte Ende jedes dieser beiden Kupferdrähte, in ganz gleicher Weise in ein drittes, außerhalb der Cylinder befindliches, mit ihnen nicht leitend verbundenes, übrigens den ersteren beiden ganz gleiches Näpfchen, und ebenso das andere Ende des zweiten Drahtes in ein viertes Näpfchen der Art. Diese letzteren beiden Näpfchen (das 3te und 4te) dienen für jenen Fall dazu, in durchaus gleicher Weise, wie das 1ste und 2te, die Verbindung zwischen denen genannten beiden Drähten und den beiden Drahtenden einer Kupferdraht-Spirale herzustellen, deren Draht in Absicht der Dicke jenen ersteren beiden Drähten gleichkommt und die einen senkrecht aufgehängten hufeisenförmigen Eisen-Bügel umspannt, dessen Schenkel soweit von dem unteren tischförmigen Theil des ganzen (hölzernen) Gestelles — dessen oberer eiserner Haken das Hufeisen trägt — fernt, daß eine passende dicke Stahlplatte, als sog. Anker, den freien Schenkelenden des Bügels ungehindert genähert werden kann. Die vom Eisen-Bügel abgewendete untere Seite dieses Ankers ist in ihrer Mitte mit einem starken Haken versehen, damit, hängt der Anker mit den Enden seiner oberen Seite an den Bügelenden (kraft der in diesen erweckten magnetischen Anziehung) fest, daran der Ring eines mit vier, in diesem Ringe zusammenlaufenden starken eisernen Ketten versehenen Brettes gehängt und so, durch Besetzen des schwebenden Brettes mit Gewichten, die Stärke des in dem Hufeisen erzeugten Magnetismus geprüft werden kann. Betrug die Gegenfläche der in der verdünnten Säure sich berührenden Metalle 600 Geviertzoll (= 2,88 Geviertfuß), so kann der Anker 4 Centner tragen, während die, w. o. beschriebene Grove'sche Kette eine Elektromagnetisirung zu erwirken vermag, die der Tragkraft von 2400 Pfd. gleichkommt. — Ritter berechnete (m. Experimentalphys. II, 43 ff.) aus der, durch Sieden von AgCh mit Fe und Wasser bewirkten Herstellung des Silbers, daß solche einfache Kette binnen 10 Minuten leistete, was die beste Elektrisirmaschine binnen 1989 mal so viel Zeit gewähret haben würde. Grove's und die ebenfalls w. o. beschriebene Bunsen'sche Kette setzen in den Stand, die elektrochemischen Wirkungen galvanischer Vorrichtungen ebenso schnell als vollständig eintreten zu machen. Trockne, pulvrige Erzmetalloxyde stellt man solchen Weges metallisch her, indem man

bezeichnete Grove'sche, in welcher das elektronegative metallische Glied aus Platinblech besteht, das von einem porösen Pfeifenthontrog getragen, in diesem von Azotsäure von gewöhnlicher Stärke sich umgeben findet, während eine gebogene Zinkplatte in einem gläsernen (oder thönernen) Troge so gestellt ist, daß zwischen ihren beiden Seiten der Thontrog des Platin Raum hat und verdünnte Schwefelsäure das Zink umgibt. *) Von ähnlicher Einrichtung und Wirksamkeit ist auch Schönbein's Gußeisen-Kette, in der passives Gußeisen das Pt vertritt, indessen gewöhnliches das Zn ersetzt. Ein hohler, 10 Zoll hoher und $3^1/_2$ Zoll weiter gußeiserner Cylinder umfaßt einen bis zu seinem Rande hinaufreichenden, und 3 Linien von seiner Innenwand abstehenden, frei beweglichen Thoncylinder und dieser einen zweiten hohlen oder dichten, etwa 9 Zoll 5 Linien hohen und ohngefähr 3 Zoll Querdurchmesser habenden Gußeisencylinder. Nachdem man in die Thonzelle verdünnte Schwefelsäure gegossen hatte, füllt man den Zwischenraum derselben und des äußeren Gußeisencylinders mit wasserarmer Azotsäure, wodurch dieses Gußeisen elektronegativ, dadurch aber gegen den Angriff der Säure geschützt und zugleich als elektronegatives Glied der Kette in elektrische Mitwirksamkeit versetzt wird, sofern zwischen ihm und

---

sie auf ein mit dem + E-Pol verbundenes Platinblech schüttet und dann mit dem − E-Poldraht berührt; Feuchtung mit etwas Wasser fördert diese sog. Reductionen und darf bei schwer reducirbaren Oxyden nicht fehlen. Zur Zersetzung kleiner Antheile von Kali bedient man sich zweckmäßig einer a. a. O. S. 124 von mir beschriebenen und auf der dort beigegebenen Tafel unter Fig. 2 abgebildeten Vorrichtung, außerdem aber eines eisernen Schälchen, das mit dem positiven Pol verbunden worden und worin man ein Stückchen ausgehöhltes Kali gelegt hatte, dessen Höhlung man mit etwas Mercur ausfüllt; man berührt dann Letzteres mit dem negativen Draht und erhält so Kalinamalgam, das in einer zuvor erwärmten und mit Petroldampf erfüllten Retorte erhitzt, sein Mercur in Dampfform in die Petrol enthaltende und gehörig kalt erhaltene Vorlage entläßt. Ob es solchen Weges gelingen würde: K + Si z. B. aus reinem sog. Wasserglase (S. 1246) darzustellen? steht zu versuchen. Weiterer Prüfung werth ist übrigens, in dieser Beziehung, Simon's vor mehr denn 45 Jahren veröffentlichte Beobachtung: daß sog. Kieselfeuchtigkeit (wässriges basisch-silicsaures Kali), mittelst einer Volta'schen Batterie zersetzt, ihren Silicsäure-Gehalt nicht am positiven, sondern am negativen Pole entlasse, hierin den in Säuren aufgelösten Erden gleichend (wie alumsaures Kali sich in dieser Hinsicht verhalten würde, ist zur Zeit noch unermittelt). Aehnlich wie das K, so lassen sich auch alle übrigen Laug- und Erdlaugmetalle aus ihren Chloriden und Oxyd-Salzen in Amalgame verwandeln und aus diesen durch Destillation scheiden; das in dieser Weise zu Stande kommende Ammon-Amalgam sah ich Dendriten bilden; m. Arch. f. d. ges. Naturl. XIX, 432. Ueber Arsen-Entdeckung mittelst einfacher galv. Ketten s. Fischer's Abhandl. in Schweigger's Journ. XII, 197 ff.

*) Jacobi zufolge wirkt eine nur sechs Geviertzoll Pt-Gegenfläche darbietende Platin-Zink-Kette, bei Anwendung ein- und desselben feuchten Leiters ebenso viel, als eine 100 Geviertzoll Kupferfläche enthaltende Kupfer-Zink-Kette. In neuerer Zeit bevorzugt man Grove'sche Ketten, in welchen Pt und Zn als Hohlcylinder zugegen sind.

dem innern elektropositiven Gußeisencylinder die Leitung hergestellt erscheint, was bei der bemerkten Zwischenstellung der feuchten Leiter der Fall ist. Indessen besteht die allerdings große Wirksamkeit dieser Kette nur so lange, als das am elektronegativen Gußeisen, in Folge eingetretener Wasser-Elektrolyse, hervorgehende Hydrogen, mit entsprechenden Antheilen von Oxygen der Azotsäure noch nicht so viel Verdünnungswasser sowohl der hiedurch entstandenen Azotichtsäure, als des annoch unzersetzt gebliebenen Antheils von Azotsäure gewährt hat, um das Gußeisen des äußeren Cylinders chemisch angreifbar zu machen, da es dann, gleich dem innern Gußeisencylinder, sich elektropositiv bethätigt und mithin die Kette, als solche, zu wirken aufhört. In wiefern ihr vielleicht längere Andauer zu Theil würde, wenn man die Außenfläche des äußeren Gußeisencylinders mit einem Zinkstreifen-Ring fest anschließend umlegte? darüber müssen Versuche entscheiden. *) Uebrigens erhielt der Verf. dieses Hdbs. sehr wirksame Ketten (einfache, wie zusammengesetzte), wenn er zur Herstellung der ersteren in einen kleinen gußeisernen Kessel auf Glas-Unterlage einen Zinkblech-Cylinder stellte und den Kessel dann mit starker, mäßig warmer Kalilauge füllte; zur Errichtung einer Volta'schen Säule hingegen Stabeisenplatten mit Zinkplatten und Pappscheiben schichtete, welche letztere zuvor von der Kalilauge vollkommen durchdrungen waren. **) Jene

*) S. fand, daß selbst eine stark gewässerte, nur 1,3 Eigengewicht besitzende Azotsäure Eisen passiv machte, wenn man einem Maaßtheil derselben drei Maaßtheile gewöhnlicher Schwefelsäure zugesetzt hatte (dergleichen Schwefelsäure besitzt nämlich immer noch genug chemische Anziehung zum Wasser, um dieses der Azotsäure in beträchtlicher Menge entziehen zu können).

**) Man kann für mancherlei Versuche Volta'sche Säulen sehr lange wirksam erhalten, wenn man zur Zwischenschichtung mehrere Lagen dünner Pappscheiben wählte, die man zuvor in heißer Kochsalzlösung hatte durch und durch erweichen lassen. Man legt dann zuvörderst sämmtliche Plattenpaare (Cu Zn, wenn man Kochsalz, oder wirksamer 10 Kochsalz und 1 Salpeter zur Lösung wählt; hingegen Pottaschen-Lösung, wenn man Fe Zn zu verwenden beabsichtigt) auf eine Tischplatte, bedeckt dann jede Zn-Platte rasch mit einer dergleichen Pappscheibe und erbaut nun aus diesem ebenfalls so schnell wie möglich die Säule, und zwar unter dem geringsten Wirksamkeits-Verlust, wenn man zunächst jedesmal nur so viel mit Pappe bedeckte Plattenpaare zusammenschichtet, als man ungehindert in das Gestell der Säule einschieben kann; während man dieses thut, belegt eine zweite Person eine ebenso große Anzahl von Cu Zn-Paaren mit den Pappscheiben, nachdem sie dieselben mäßig stark zwischen den Händen gedrückt und so eines Theiles ihrer Flüssigkeit beraubt hatte. Das Gestell besteht entweder aus 3 senkrechten starken Glasstäben, oder 3 vollkommen trocknen und mit Schellackfirniß überzogenen Holzstäben. Das untere Ende dieser Stäbe nimmt eine starke hölzerne, gefirnißte Platte unbeweglich gefestigt auf, das obere in gleicher Weise ein hölzerner Deckel, durch dessen Mitte eine starke hölzerne Schraubenspindel mehrere Zoll tief hinabzureichen vermag, die dazu bestimmt ist, die über einander geschichteten Plattenpaare sammt Pappscheiben mehr und mehr zusammenzutreiben, falls sie locker zu werden anfangen. Läßt man dann (nach dem Gebrauche) dergleichen Säulen von selber trocken werden, so kann man sie später wieder in Gebrauch nehmen, wenn man verfährt, wie folgt: man taucht sie nämlich

natürlichen zusammengesetzten Ketten, welche die Zitterfische (S. 1755) ihrer Willkühr zu unterstellen vermögen, sie erschöpfen sich durch oftmalige, einander schnell folgende Entladungen (die übrigens in manchen Heimathgegenden solcher Fische gegen Lähmungen ꝛc. in ärztlichen Gebrauch genommen werden) sehr merklich; wäre Galvanismus überall nur Folge chemischer Einwirkung, so müßte man den Zitterrochen ꝛc. ꝛc. zugestehen: daß sie lediglich durch ihren Willen chemische Ummischungen und Zersetzungen hervorzubringen vermögen. — Configliachi errichtete wirksame Batterien aus den getrennten Organen des Zitterrochens; m. Experimentalphys. II, 143.*) Schon mittelst nichts

kurze Zeit in warmes Wasser, trocknet sie nach dem Herausnehmen gehörig ab und hängt die Poldrähte wieder ein, die man während der Trockenstellung entfernt hatte. Ist endlich, nach öfterem, in solcher Weise erneuetem Gebrauch die Wirksamkeit der Säule beträchtlich vermindert, so taucht man sie schlüßlich nochmals in wohl warmes Wasser, zieht sie bald darauf heraus und nimmt sie aus einander, um sie auf's Neue auf- (nämlich um-)zubauen; man wendet nämlich die Kupferplatten um, so daß bei jeglichem Plattenpaar jene Fläche, welche zuvor die Pappscheibe berührte, nun, abgespült und abgetrocknet mit der Zinkscheibe in Berührung kommt (oder man verfährt statt dessen ebenso mit den Zinkscheiben, was man auch später thun und so die Säule zum zweiten Male umbauen kann). Dergleichen Säulen, wenn sie auch nur aus 70 Cu Zn-Paaren, jedes von 1 Geviertzoll Fläche bestanden, habe ich mehrere Monate nach einander mit gutem Erfolge zu galvanischen Zersetzungen von gelösten Salzen, zu Wiederholungen der Erman'schen, von Herschel weiter verfolgten Cohäsions-Verhalten (S. 1776), zu Herstellungen von regulinischen Metallen, Hyperoxyden ꝛc. benützt, auch kann man mit denselben leicht Leydener Flaschen laden, wenn man den einen ihrer Pole, z. B. ihren + E-Pol, mit der Erde in Verbindung bringt, während man den anderen den Knopf des Innenbelegs berühren läßt. Eine dergleichen neu gebaute Säule reicht hin, um mit einer aus nur einerlei (z. B. nur aus Cu-) Platten und wassernassen Pappscheiben (die überall den Tuchscheiben vorzuziehen sind, weil sie wäßrige Flüssigkeiten vollständiger einsaugen und besser zurückbehalten, als die zum Wasser und zu wäßrigen Lösungen, Säuren ꝛc. geringere Adhäsion besitzenden Wollenstoffe) erbaueten so verbunden werden zu können, daß sie mit ihren Poldrähten die diesen gegenüber lagernden Endplatten (oder deren Drähte) berührend, diese einmetallige Säule durch Vertheilung zu laden und so in die von Ritter erfundene sog. Ladungssäule zu wandeln vermag, die Volta für eine unvollkommene gewöhnliche Säule erklärte — was sie jedoch nicht ist — und secundäre Säule nannte (m. Experimentalphys. II, 143), ohngeachtet er selbst einen noch einfacheren Vorläufer derselben dargestellt hatte (a. a. O. S. 142) s. w. u. Berührt man mit nassen Fingern gleichzeitig beide Pole einer gewöhnlichen Volta'schen Batterie, z. B. jene der zuvor beschriebenen, und fährt nun mit denselben, unter fortdauerndem Berühren bis zur Mitte, mit dem oberen Finger herab, mit dem unteren herauf, so schließt man „begreiflich fortdauernd kürzere Säulen" und erhält endlich nur die Wirkung eines Plattenpaares, das dann den Indifferenzpunkt der Säule, nämlich an einer seiner äußersten Platten schwächstes — E, an der anderen schwächstes + E darbietet.

*) Zamboni's S. 1716 erwähnte zweielementige Säulen (aus Scheiben von einerlei Metall, abwechselnd mit wäßrigen Leitern) können auch als Ladungssäulen dienen. — Säulen der Art enthalten jedoch stets mehr als eine Art von Flüssigkeit; denn die von den Metallflächen wirkende Anziehung wirkt nicht nur verdichtend auf die ihnen nächste Flüssigkeitsschicht, sondern auch das atmosphärische O derselben einsaugend und bindend, während den weiter abliegenden Schichten neues O der Art zufließt und damit auch etwas CO_2 u. AH_4OCO_2.

weniger als sehr wirksamer einfacher galvanischer Ketten, kann man frisch getödtete Vögel zum Flattern, Fische zum Regen der Flossen und Krümmen bringen, und mäßig starke Batterien reichen hin, um frisch getödtete wie lebende Thiere heftig zu erschüttern (wobei braungrüne Frösche blau, meergrün und gelb werden); starke werden dagegen erfordert, um liegende menschliche Leichname aufzurichten und Ausbreiten ihrer Arme etc. zu bewirken; vergl. a. a. O. II, 54 ff. Belegt man eine Zinkplatte mit einer großen Silbermünze und diese mit einem lebenden Blutigel, so bleibt dieser, so lange er nur das Silber berührt, zuckungsfrei, fährt hingegen schaudernd zurück, sobald er neben dem Silber einen Theil des Zinks zur Unterlage erhält. Die Vögel zeigen nach dem Tode unter allen Thieren die kürzeste Dauer galvanischer Reizbarkeit, die Menschen größere als die meisten Säugthiere, die Amphibien, zumal Frösche und Flußschildkröten, die größte. Festigt man eine frische Ochsenzunge mittelst eines eisernen Nagels auf einer festen Tischplatte, und schließt dann mittelst derselben eine Grove'sche Kette oder eine galvanische Säule, so erfolgt so heftige Zusammenziehung der Zunge, daß diese den Nagel aus dem Tische reißt. Der saure Geschmack, den schon beim Berühren eines Zinkstreifens die Zunge empfindet, wenn ein Kupferstreifen die Kette schließt, und ebenso der alkalisch bitterliche, der bei entgegengesetzter Schließung eintritt, sie zeugen beide, weil sie entschieden metallisch sind, von metallischer Auflösung und Zuführung; daß beim Oeffnen der Kette der saure Geschmack in den entgegengesetzten alkalisch bittern übergeht, spricht nicht gegen diese Folgerung, die Zuführung selbst weiset aber auf elektrische Beweglichkeit der wägbaren Stoffe, so wie der Geschmack auf Zersetzung der in der Mundfeuchte enthaltenen Salze hin, vergl. S. 1727 ff. Gruithuisen sah die Infusorien eines von den Batterie-Polen berührten Wassertropfens sterben, sobald sie dem einen oder dem andern Pole zu nahe kamen. Kommt es übrigens in lebenden thierlichen Leibern,*) an sich (ohne äußeren elektrisch erregenden

*) Bereits vor mehr denn vierzig Jahren machte ich in m. öffentlichen Vorträgen über Gesammtnaturwissenschaft (S. 1405), gelegentlich bei Vergleichung der thierlichen mit den pflanzlichen Lebensverhältnissen und Lebensäußerungen, und bald darauf auch in verschiedenen m. Lehrbücher darauf aufmerksam, daß thierliche Leiber neben Leitern zweiter Klasse, Leiter erster Klasse (Nerven und Muskelfasern) besitzen, die jedem nur pflanzlichen Lebwesen abgehen. Durch Prüfung der Leitungsgüte läßt sich dieses jedoch nicht nachweisen, denn feuchte Pflanzenfaser leitet so schnell wie jene Thierorgane (S. 1731), wohl aber durch Zusammensetzung von einfachen Ketten aus in Absicht auf Thierlichkeit oder Pflanzlichkeit fraglichen lebenden Leiber-Theilen. Galv. Ketten entstehen z. B. auch aus Muskeln, Nerven und Wasser, die denen: Metalle enthaltenden an Wirksamkeit nicht nachstehen; z. B. in sofern sie unmetallische Schließungsbogen gewähren, welche auf frei bewegliche Magnetnadeln in gleichem Maaße ablenkend wirken (s. w. o. Elektromagnetismus), wie die aus: in der Spannungsreihe einander nahe stehenden Metallen.

Einfluß) zu elektrischen Vertheilungsreihen, so können diese möglicher Weise wahrscheinlich schon dadurch beträchtlich gesteigert werden, daß man sie mechanisch erschüttert. Vor einigen Jahren sagte mir Dr. Harleß (S. 1752), daß er zufällig wahrgenommen, wie ein galvanisirtes Froschpräparat weit lebhaftere Reizungserfolge dargeboten habe, wenn man die Kette (und damit auch: deren Elektroden), während sie wirke, erschüttere. Der Verf. dieses Hdbs. versprach diese Bemerkung zu prüfen und lud H. ein, denen in dieser Hinsicht von jenem anzustellenden Versuche beizuwohnen; was derselbe dann auch, begleitet von dem damals hier, jetzt zu Freiburg, Zoologie, vergleichende Anatomie rc. lehrenden Prof. Dr. K. T. v. Siebold that. Da ich vermuthete, daß jene von H. beobachtete Erschütterung, wenn auch nicht gänzlich, doch zum Theil Folge des durch die Erschütterung hervorgegangenen Wechsels im Berühren der starren und flüssigen Kettenglieder gewesen sey, da erstere, in H.'s Versuche, nicht innerhalb der letzteren sich befunden, sondern nur von einem flüssigen Leiter stellenweise befeuchtet gewesen waren, und da mir Multiplicatoren von 300 bis 500 Windungen bestimmtere Ergebnisse versprachen, als Froschpräparate, so verfuhr ich, wie folgt: ein Platinspatel von 4 Zoll Länge, 1½ Linien kleinster und 3 Linien größter Enden-Breite, wurde mit einem 2 Linien breiten amalgamirten Zinkstreifen, von gleicher Länge, und zwischen beiden Metallen gelegtem, 1 Linie dickem Glasstreifen, an beiden Enden mittelst Seidenfäden fest verbunden, die seidenen Bande dann mit Schellackfirniß wiederholt überpinselt und getrocknet, das breitere Platinende hierauf mit einem dünnen, über 8 Fuß langen Kupferdraht ebenfalls fest verknüpft, ebenso mit dem, dem gedachten Platinende der Länge nach entgegengesetztem Zinkende verfahren, beide Drähte, von der Stelle an, bei welcher sie den ihnen zugehörigen Metallstreifen verließen, einige Zoll lang gefirnißt und getrocknet, damit sie in die Flüssigkeit getaucht werden konnten, ohne daß von ihnen mehr als der die Metalle verbindende Theil genäßt werde; beide verbundene Metallstreifen dann in eine Glasschaale mit stark verdünnter Schwefelsäure (1 Säure von 1,85 Eigengew. + 12 Wasser) gelegt, nachdem ihre freien Kupferdrahtenden zuvor mit denen des 8 Fuß von der Schaale fernenden Multiplicators in feste leitende Verbindung versetzt worden waren. Nachdem die abweichende Magnetnadel ruhigen Abweichungsstand gewonnen hatte und dieser bemerkt worden war, berührte ich die auf einer passenden, geringe Unterfläche darbietenden Unterlage möglichst frei-erschütterbar gestellte Glasschaale mit einer unmittelbar zuvor in Schwingung versetzten Stimmgabel, und augenblicklich erfolgte Abweichung der Multiplicator-Nadel um mehrere Grade. Dieser Versuch wurde späterhin mannigfach abgeändert, theils dadurch, daß ich die Schaale durch Anschlagen eines Hammers erschütterte, theils indem ich mittelst einer stärkeren Stimm-

gabel den Tisch, auf dem die Schaale mit ihrem Untergestell stand, in einen Resonanzboden verwandelte (der Multiplicator stand in allen Versuchen auf einem von diesem schuhweit entfernten Tisch), theils indem ich die Glieder der starren Leiter der Kette durch einen zweiten Platinspatel und zweiten Glasstreifen vermehrte, so daß nun der amalgamirte Zinkstreifen zunächst zwischen zwei Glasstreifen, dann, jenseits derselben, zwischen zwei starke Platinbleche eingebunden erschien, theils indem ich den feuchten Leiter durch Salmiak-, dann durch Kochsalz-Lösung vertreten ließ, stets erfolgten mehr oder weniger beträchtliche Abweichungen der Magnetnadel, zumal jener des von beiden empfindlicheren Multiplicators. *) Sehr wirksam und in ihrem Wirken ebenfalls andauernd gleichmäßig, sowie, von Röhrl gefertigt, nichts weniger als umständlich zu gebrauchen, sondern vielmehr sehr leicht und sonder Mühe zu galv. Versuchen aller Art verwendbar (und daneben wohlfeil) ist Bunsen's „Zink-Kohlen-Kette." In einem sich oben verengenden, aufrecht stehenden Glascylinder steckt ein dünner, unten offener, aus einem Gemenge von 1 Gewichtstheil gepulverten Coaks und 2 dergleichen durchaus Schwefelkies-freien Steinkohlen bereiteter Kohlen-Cylinder **) der oben kegelförmig abgedreht ist, so daß ein ebenfalls etwas kegeliger Kupferring darauf festgedrückt und er dem Glashalse genau angepaßt werden kann, über den er noch 1 Zoll hoch hervorragt; in dem Kohlencylinder befindet sich, ihm sehr nahe, ein unten geschlossener poröser Thoncylinder, in diesem ein Zinkcylinder. Man füllt das schon mit dem Kohlencylinder versehene Glas so weit mit wasserarmer Azotsäure, daß, wenn der mit verdünnter Schwefelsäure zu

*) Hoffentlich wird mir späterhin Zeit werden, die beschriebenen Verhalten und damit die Erschütterungs-Elektricität (S. 1720), sowohl in Beziehung auf einfache Ketten „mit Zwischenraum," als hinsichtlich des Schalls, insbesondere des Einflusses verschiedener Tonhöhen und deren galvanische Bestimmung, mittelst des Multiplicators weiter zu verfolgen.

**) Man füllt mit solchem Gemenge jenen Zwischenraum, welcher eine cylindrische Blechform und eine dergleichen in sie gesenkte Schachtel frei läßt, und glühet diese Vorrichtung bei mäßigem Kohlenfeuer aus; findet sich dann, daß die also gewonnene Kohle zerreiblich oder klüftig ist, so bedarf es einer Abänderung des Verhältnisses von Steinkohlenstaub und gepulverten Coaks; Zerreiblichkeit heischt größeren Zusatz des ersteren, Klüftigkeit mehr von letzteren. Hat man nun aber auch solchen Weges einen in beiderlei Hinsicht untadeligen Kohlencylinder dargestellt, so ertheilt man demselben zunächst, mittelst der Feile, die passende Form, dann aber durch Eintauchen in eine gesättigte Lösung von Zuckerraffinerie-Abfällen: Trocknung und mehrstündige heftigste Erhitzung bei Weißgluth; der man ihn aussetzt: in einem wohlverschlossenen feuerfesten Gefäße, in das man ihn zuvor auf eine dünne Lage von Kohlengestübe gestellt und innen, wie außen, mit Kohlenstückchen ausgefüllt und umgeben hatte. Gewöhnlich bedient man sich hiezu der Häfner- (Töpfer-) Oefen; man darf indessen hiebei nicht vergessen zu berücksichtigen: daß die bei solchem Ausglühen entweichenden brennbaren Gase auf erzmetallische Glasuren reducirend wirken. Wohl ausgeglüht bedarf der Kohlencylinder dann nur noch der oben gedachten Abdrehung, die in den Stand setzt, ihn genau in den Glashals einzupassen.

füllende Thoncylinder hineingesenkt worden, die Azotsäure bis zu dem sich verengenden Glashals emporgeschoben wird; man senkt dann den amalgamirten Zinkcylinder in die verdünnte Schwefelsäure und stellt zwischen ihr und dem Kupferringe die metallisch leitende Verbindung her. *) Verbindungen mehrerer dergleichen Bunsen'schen Elemente, geben Batterien von außerordentlich großartiger Wirksamkeit; Elemente der Art kann man schon fertig bei Mechanikern oder deren Vertriebs-Handlungen beziehen. Vorrichtungen, welche den sog. elektrischen Strom der Volta'schen Batterie in jedem Augenblick zu unterbrechen und unmittelbar darauf wieder zu erneuen in den Stand setzen, sind hiedurch vorzugsweise geeignet, die Einwirkung auf lebende Bewegungs- wie Sinnes-Nerven zu steigern, wie solches bei hieher gehöriger Verwendung von Neeff's Blitzrad der Fall ist. **) Uebrigens ist in allen Fällen, in welchen der lebende Menschen- oder Thierleib mit in den Wirkungskreis der Batterie sich gebracht findet, der Leitungsunterschied solchen Leibes und der Batterie mit in Betracht zu ziehen, und dort, wo bei wechselnden Zwischenstellungen verschiedener Leiber, das größte Leitungsvermögen (mithin der geringste Widerstand und daher die größte Stromgeschwindigkeit) sich vorfindet, dem Ohm'schen Gesetze gemäß also: der Nenner jenes Bruches, in welchem die Größe der „elektromotorischen Kraft" den „Zähler" gewährt, die verhältlich beträchtlichste Verkleinerung erleidet (S. 1762 Anm.) — dort bieten auch die Oeffnungs- oder Trennungs-Schläge der durch dergleichen Leiber geschlossenen Batterie die verhältlich größten Empfindungs-Gegensätze

*) Ausgezeichnet wirksame, hauptsächlich für ärztliche Zwecke eingerichtete, aller Empfehlung werthe Bunsen'sche Ketten, die schon bei Anwendung von Kochsalzlösung sich hiezu sehr (vielleicht in allen Fällen der Art befriedigend) empfehlenswerth verhalten, fertigt der sonst zu Würzburg, jetzt zu Salzburg wohnhafte treffliche Mechaniker Joh. Bapt. Röhrl.

**) N.'s Blitzrad besteht aus einer horizontal liegenden, um ihre, mit einem Pol der V.'schen Batterie verbindbaren Axe beweglichen kupfernen, mit eingelegtes Ebenholz enthaltenden Einschnitten versehenen, kreisrunden Scheibe und einem Leitungsdrahte, der bei der Drehung der Scheibe abwechselnd deren Kupfer und deren Ebenholz berührt und dadurch in schneller Folge bald beide Pole verbindet, bald sie wiederum trennt. Erfolgt nun die Drehung der Scheibe so schnell, daß binnen einer Secunde, den Leitungsunterbrechungen zufolge, 160 Schläge eintreten, so setzt ein also abwechselnd unterbrochener Strom in den Stand, aus einer wenigplattigen Batterie die Einwirkungen auf die Nerven einer Person (oder mehrerer mit nassen Händen sich berührender Personen) so zu steigern, daß sie der Wirkung einer vielplattigen Batterie von gleich großen Platten-Gegenflächen, gleichkommt und hiedurch also Versuche der Art sehr wenig kostspielig macht. Die Vorrichtung selbst findet sich zunächst begründet durch eine hieher gehörige Beobachtung Marianini's, die mit dem weiter oben erwähnten Rückströmen im Zusammenhange steht. M. fand nämlich, daß die mit +E beginnende Vertheilungsreihe, oder der sog. positive Strom, wenn er die Ausbreitungsrichtung der Nerven befolgt, beim Eintritt in dieselben, Zusammenziehung bewirkt, die, bewegt er sich in entgegengesetzter Richtung, nicht beim Beginnen (oder Eintritt), sondern beim Aufhören des Stromes erfolgt.

der,*) die jedoch, da die Oeffnungsschläge nur durch Unterbrechungen oder Begrenzungen und damit, durch sehr kurz andauernde Rückströme

---

*) Kennt man den Größenunterschied der Leitungsschwelle lebender und todter Nerven — und dieser läßt sich mittelst des Galvanometers finden, da, bei Anwendung von andauernden (constanten) Ketten die elektromotorische Kraft stets dieselbe ist, und die auf den Galvanometer-Draht wirkende Stromstärke mithin nur durch den Leitungsunterschied der zwischen lebenden und todten Nerven (Muskeln ꝛc.) obwaltet, veränderungsfähig erscheint — so hat man damit auch ein Mittel zur Hand: Scheintod von wahrem Tode, mit wissenschaftlicher Bestimmtheit, zu unterscheiden. Kleine Unterschiede der Leitungsgüte kommen auch schon bei lebenden Leibern vor und finden wahrscheinlich schon sehr merkbar statt zwischen gesunden und kranken Leibern, zumal wenn bei letzteren Nerven-Leiden obwalten. Berührt man einen der Pole einer aus 2 bis 3 beständigen, hinreichend starken galv. Ketten zusammengesetzten Batterie mit einer wasserfeuchten Hand und schließt dann die Kette, mittelst des durch die andere trockene Hand einmal der angefeuchteten Wange, dann dem feuchten Gaumen zur Berührung dargebotenen Drahts des anderen Poles, so wird man, sowohl bei solchem Kette-Schließen, als bei solchem Wieder-Oeffnen der Kette, in den Augen ungleich lebhaftes Leuchten empfinden; ebenso im Ohre ungleich starkes Brausen, wenn man den Poldraht einmal mit dem feuchten Gesichtstheil ohnfern des äußern Ohres, ein anderes Mal mit feuchter Leinwand in Verbindung setzt, welche man zuvor in's äußere Ohr gebracht hatte, und ungleichen Reiz zum Niesen, je nachdem man mittelst des Poldrahtes das Innere des oberen Nasentheils oder nur den unteren Nasenrand berührt hatte, in welchem letzteren Falle jener Reiz verschwindend gering ausfällt. Als Ritter mit dem + E-Pol einer V.'schen Batterie den Kopf, mit dem — E-Pol ein Fußende anhaltend berührt hatte, litt er darauf an allgemeinem Uebelbefinden, Kopfschmerz, Neigung zum Erbrechen, Abmattung, Widerlichkeit und Beweglichkeits-Minderung in den Gliedern; schloß er dagegen die Batterie in umgekehrter Pol-Verbindung (den + E-Pol mit den Füßen, den — E-Pol mit dem Rückgrad, nahe dem Kopfe berührend), so erfolgte allgemeines Wohlbehagen und, statt Kopfweh, Aufheiterung. R. und Andere litten, bei Batterie-Entladung durch den mittlern Leibtheil, an Abmattung, Schläfrigkeit, Mißmuth, krampfhaften Diarrhoen-ähnlichen Entleerungen, Drang zum Harnlassen, theilweiser Schlaflosigkeit, wechselnd mit ungewöhnlichen Träumen, Verdumpfen und Wüstseyn des Kopfes, Erhöhung der Blutwärme, Athembeklemmungen und mitunter selbst an starrkrampfähnlichen Zuständen; ich selbst litt, schon wenn ich eine Batterie von 100 Plattenpaaren, jedes von ein Geviertzoll Gegenfläche und Zwischenfeuchtung mit Kochsalz-Lösung, mit feuchten Händen mehrmals schloß und wieder öffnete, an Darmkanal-Entleerungen, denen Mißbehagen voranging; Ritter's Wohlbefinden erzeugende Schließungen verdienten in Cliniken geprüft zu werden. Maschinen-Elektricität bewirkte bei einem meiner Freunde, der täglich eine Stunde hindurch ein sog. elektrisches Bad nahm (auf einem Isolirstuhl mit dem, in fortdauernder Elektrisirung erhaltenen ersten Conductor in leitender Verbindung verblieb), andauerndes Sich-Wohlbefinden. — Die großartigsten Versuche mit Leichen stellte Ure mit dem Leichnam eines seit einer Stunde Gehenkten an. Nachdem die zu berührenden Theile bloßgelegt (in eine der Fersen ein Einschnitt gemacht) worden, setzte U. einen der Pole mit dem Fersen-Einschnitt, den andern mit dem Supraorbitalnerven in leitende Verbindung, indem er den Schließungsdraht vom 220sten bis 270sten Plattenpaare fortführte, sofort entstand wachsende, furchtbare Gesichtsmuskeln-Bethätigung; den Ausdrücken von Wuth folgten jene des Schrecks, der Verzweiflung, der Angst, und eines gräßlichen Lächelns, so daß mehrere Zuschauer vor Entsetzen und Uebelkeit sich entfernen mußten und einer von ihnen ohnmächtig wurde. Hatte man das Knie

(s. w. o.) hervorgehen, den Schließungs-Schlägen an Stärke nie gleichkommen. Die beim Schließen galv. Ketten (einfacher wie zusammengesetzter) eintretende Wirksamkeits-Minderung, verhält sich, und ebenso die Schnelligkeit dieser Abnahme, verkehrt, wie die Größe der ihr zuvor durch chemische Einwirkung ihrer flüssigen Leiter, gewordenen elektromotorischen Kraft. Je länger sie geschlossen geblieben, um so langsamer steigert sich, nach ihrer Wiederöffnung, die zuvor durch die Schließung in Verlust gegangene, nun erneuete Wirksamkeit. Ueber Größenbestimmung der elektromotorischen Kraft unbeständiger galv. Ketten, s. Poggendorff's Verfahren in dessen Ann. LIV, 161 ff. *)

des Leichnams zuvor gebogen, so streckte sich der Schenkel mit unwiderstehlicher Gewalt, falls man hiebei, statt des entblößten oberen Gesichtsnerven, das Rückenmark mit dem Gegenpol leitend berührte. Wurde letzteres und (statt der Ferse) der ischiadische Nerv den Poldrähten zur Berührung dargeboten, so erfolgte augenblicklich heftige, krampfhafte, sehr starkem Frostschauer ähnliche Bewegung aller Muskeln, und ward der eine Pol mit dem großen Kopf des Zwerchfells, der andere im Nacken mit den Zwerchfellsnerven leitend verbunden, so trat tiefes, von großer Anstrengung zeugendes Athmen ein. — Schließt man die Kette, indem man eine offene Wunde in den Schließungsbogen aufnimmt, so wird dieses, unter lebhafter Ausfluß-Beförderung sehr schmerzhaft empfunden.

*) Tröpfelt man etwas mit freier Essigsäure versetzte Lösung des $Cu\dot{O}\bar{A}$ auf eine Pt- oder Ag-Platte, und taucht dann die Spitze eines zugeschärften Zinkstreifens in die Mitte der Flüssigkeit bis fast zur Platte, so schlägt sich das hiedurch metallischer Ausscheidung unterliegende Kupfer (oben S. 1717) in Form concentrischer Ringe nieder, die jedoch nur dann sehr schön und abwechselnd, lebhaft hell- und dunkelfarbig ausfallen, wenn man die Platte mit dem negativen Pol einer starken V.'schen Batterie verbunden hatte. Noch mehr glänzend fallen sie aus, wenn man statt des essigsauren Kupferoxyds, essigsaures Bleioxyd hiezu verwendet und in Absicht auf Farben-Abweichung mannigfacher, wenn beide Erzmetallsalze angewandt worden waren. Man nennt jene Farbenringe, die an Glanz den Newton'schen Ringen (S. 1667) nicht nachstehen, nach ihrem ersten Beobachter: Nobili'sche Figuren. Es wechseln auch in diesen Kreisen metallisches und hyperoxydirtes Blei, wie in oben S. 932 u 1759 erwähntem Versuch, und bildete sich unter der Zn-Spitze zunächst ein sog. Punkt von Pb, so folgt diesem ein lebhaft metallisch glänzender Kreis von PbO_2, dem einer von dergleichen Pb, rc. aber jeder dieser Kreise besteht aus so dünnen Theilchen, daß er durchsichtig erscheint und daher das einfallende Licht hiedurch und (theilweise) wieder zurück erläßt, wobei dann die bläuliche Farbe des Pb und die stahlbraune des PbO_2, indem beide zugleich das Unterlagen-Metall hindurch schimmern lassen, nach Maaßgabe der ungleichen Dichte der Pb und der PbO_2 blättchenartigen Kreistheilchen, zugleich auch die Farbe der dünnen Blättchen und deren Abstufungen gewähren. Becquerel, beachtend, daß in Wasser gelöstes bleisaures Kali oder dergleichen Natron, gleichzeitig mit einem Theil des Wassers dergestalt galvanisch zersetzt zu werden vermag, daß sich PbO_2 am +E-Pol niederschlägt, während H am —E-Pol erscheint, wählte zu solcher Zersetzung vollkommen gesättigte, bis zu 0,903 verdünnte Auflösungen des PbO in Kali- oder Natronlauge (KO oder $NaO + PbO$) und bot denselben als Anode einer Volta'schen Batterie (oder statt derselben: einer starken einfachen galv. Kette), eine glatte oder mattgeriebene Metallplatte dar, während zur Kathode eine

9) Daß gegenseitige entgegengesetzte Elektrisirungen, als polarische Bewegungen die chemischen Verbindungen ungleichartiger Stoffe nicht nur vermitteln, sondern auch begleiten (letzteres jedoch beim O- und H-Gase nicht, wenn diese durch elektrische Wasser-Zersetzung frisch entwickelt worden waren; denn in diesem Falle vereinigten sie sich leicht wieder zu Wasser, *) und nicht selten sie überhaupt möglich machen, das bezeugen z. B. die galv. Verbrennung des Goldes (S. 1778) und ebenso jene vielen Fälle, in welchen gewisse Stoffe andere, von ihnen berührte, lediglich durch ihre Berührung zu solchen chemischen Gegenwirkungen befähigen, die ihnen außerdem gänzlich fremd waren; wohin z. B. die von Vauquelin beobachtete Einwirkung des Silbers auf Platin gehört, wodurch dieses in Azotsäure auflöslich wird (S. 870), das Auflöslichwerden der Zirkonerde und des im Saphir vorhandenen Alumoxyd in Säuren, in Folge vorangegangener Glühung mit feuerbeständigem Alkali rc., und nahe liegt die Folgerung: daß Stoffe, die solche Anregungen zu bethätigen vermögen, gegen andere, chemisch unbethätigte (indifferente), sich in bestimmter Art beharrlich elektrisirt verhalten; eine Folgerung, **) welche für den Verf. dieses Hdbs. schon vor einer langen Reihe von Jahren an Zulässigkeit gewann, vorzüglich durch Volta's und Gautherot's hieher gehörige galvanische Beobachtungen, ***)

Platinplatte, oder eine aus einer Glasröhre hervorragende Platindrahtspitze diente. Es überzog sich die Anodenplatte mit dünnstem und daher durchsichtigem PbO, dessen Farbe sich mit der zunehmenden Dicke solches, der Platte fest anhangenden Niederschlages änderte (weßhalb man, wollte man eine Farbe von bestimmtem Farbenton erzielen, die Platte, sobald dieser erschienen, herauszuheben und in reinstem Wasser abzuwaschen, eilen mußte). Die von dieser Beobachtung gemachte technische Anwendung hat man Metallochromie genannt, weil sie die Erzeugung verschiedener Farben gestattet; was vielleicht noch größere Mannigfaltigkeit zuläßt, wenn es gelingt, solchen Weges auch andere Metalloxyde, z. B. Eisenoxyd der Stahl'schen Eisentinktur, Nickeloxyd, Cobalt und Manganoxyd, Metallplatten festigend niederzuschlagen. Es lassen sich übrigens galvanischen Weges nicht nur Hyperoxyde und Hydrogenide verschiedener Metalle darstellen, sondern auch Metall-Säuren; wie es denn z. B. Poggendorff gelang, in dieser Weise die Eisensäure (S. 804 und 809) zu erzeugen.

*) Vergl. Crell's Ann. 1794, II, 236. Festigt man an das eine (nicht mit Seide überzogene) Ende eines Multiplicator-Drahts, ein mit starker O-reicher Säure, zumal Azotsäure genäßtes Stück Fließpapier, an das andere, ebenfalls nicht übersponnene, ein mit starker KOHO-Lösung genäßtes, und bringt dann beide Papiere zur Berührung, so erfolgt Ablenkung der Magnetnadel, die noch stärker eintritt, wenn man jedem also genäßten Papierstück eine mit dem zugehörigen Drahtende verbundene Platinplatte zur Unterlage giebt.

**) Vergl. m. Beitr. I, 57 ff., 60 ff., 67 ff. Ueber Zersetzung wässriger Lösungen des Kochsalzes und verwandter Chloride, durch Cu-haltiges Ag, d. i. durch vermittelst beider Metalle entstandene galvanische Ketten und unter Bildung von AgCh; S. 72 daselbst. Ueber Au-Auflösung in AO_5, bewirkt durch Ag s. ebend. S. 159.

***) Volta schloß seine Säule mit einem wassernassen Papierstreifen; herausgehoben fanden sich die Enden desselben entgegengesetzt elektrisirt und reines Wasser, das

während Wenzel's und Keier's Versuche über jene Veränderungen, welche Stahl, Eisen und Blei durch Berührung wasserarmer Azotsäure erleiden,*) schon längst darauf hingewiesen hatten, daß für manche vollkommene Elektricitäts-Leiter, lediglich durch Berührung, jeweilige Aufhebung ihrer chemischen Gegenwirksamkeiten gegen Oxygen und gegen O-haltige Säuren möglich seyen.**) Durch

in einer gekrümmten Röhre jenen Streifen vertreten hatte, besaß nach seiner Entfernung von den Poldrähten das Vermögen: in einem Froschpräparat krampfhafte Erregungen hervorzurufen; Gleiches beobachtete auch G. F. Gmelin. — Gautherot bemerkte an denen, sammt dem Schließungswasser herausgehobenen (chemisch gleichgearteten) Poldrähten, einige Zeit hindurch noch das Vermögen: Entladungsschläge und dergleichen Funken zu ertheilen, und längere Zeit darauf noch das Vermögen, auf der Zunge galvanischen Geschmack zu erregen; ein Erfolg, der in Ritter den Gedanken zur Erfindung seiner Ladungssäule hervorrief; S. 1787.

*) Als Wenzel (Lehre von der Verwandtschaft der Körper, Dresd. 1782. 8. S. 108 u. 110), ein Stück Stahl so lange in mäßig starker Azotsäure hatte liegen lassen, bis es weiter keinem Angriff unterlag, es dann gelinde ausglühte und abfeilte, wurde es nun von Azotsäure gleicher Stärke nicht angegriffen (und würde in diesem Zustande, was in technischer Hinsicht zu beachten, wahrscheinlich auch keiner Rostung in feuchter atm. Luft unterlegen haben), wohl aber erfolgte sofort Angriff, als W. ein neues Stück Stahl hinzugefügt hatte; beide Stücke erlagen nun gleichzeitig der oxydirenden Einwirkung der Säure. Wie sich im ersteren Falle die Azotsäure zu dem ersten Stahlstück verhielt, so auch eine „wohlgesättigte azotsaure Bleiauflösung," die W. erhalten hatte, als er eine Säure, von der Stärke der erwähnten, mit dem 18-fachen ihres Gewichtes Wasser verdünnte und darin Bleibleche bis nahe zum Sieden so lange heiß erhielt, als sich davon noch Etwas auflöste. Gesondert von dem unaufgelöst gebliebenen Blei-Antheile, ließ diese klare Auflösung, als sie auf blankgefeilten Stahl oder Eisen gegossen worden und darüber Wochen-lang stehen geblieben, beide gänzlich unangegriffen. Wirft man zu große Stücke von Erzmetall in eine zu seiner Auflösung bestimmte Säure, so erfolgt häufig anfänglich ein rascher Angriff, der aber bald endet (z. B. Bi und Azotsäure), hauptsächlich weil das übrige Metallstück unangreifbar (nämlich negativ-elektrisch) siderisirt worden ist. Vergl. auch S. 1766 Anm.

**) In Keier's und Winterl's hieher gehörigen Versuchen, verhielt sich das Stabeisen zur Azotsäure, wie in Wenzel's Versuch der Stahl. Als Winterl also verändertes (oder mit J. Herschel zu sprechen: also präparirtes, mit Schönbein: also passiv gewordenes, d. i. siderisirtes) Eisen wiederholt mit Wasser abwusch und es schlüßlich: damit übergossen, der Luft ausgesetzt hatte, bedeckte es sich mit Ocher und zeigte sich nun, nach Entfernung desselben vollkommen desiderisirt; neue Bedeckung mit Azotsäure stellte die Siderisirung desselben wieder her und diese blieb ihm dann auch, als der Säure, bis zur gänzlichen Entfärbung derselben, MnO_2 zugesetzt worden war, wurde aber wieder aufgehoben, als man es mit Mercur schüttelte, oder statt dessen „mit vielem gewöhnlichen weichen Eisen in Berührung brachte." Aehnliches beobachtete auch J. Herschel. Von nicht präparirtem Eisen, oder statt dessen: von Cu, oder Zn, Sn, Bi, Sb oder Pb sowohl innerhalb der Azotsäure, als (derselben enthoben) in der Luft berührt, stellte sich die Angreifbarkeit durch Azotsäure wieder her, was hingegen nicht der Fall war, wenn man eines oder das andere dieser Desiderirungs-Metalle durch Au, Sb, Pt, Mr, sowie durch nichtmetallische Stoffe (z. B. Glas) zu ersetzen versuchte. Ebenso ließ sog. präpa-

Vergleichung dieser, in Beziehung auf Stahl und Eisen, durch eigene Prüfung, so wie durch hieher gehörige Versuche Winterl's, Wetzlar's u. A. hinsichtlich der Thatsächlichkeit solcher beharrlichen Veränderungen der genannten Metalle, außer Zweifel gesetzt, und beachtend: daß diese Metalle, in solchem Zustande sich genau so verhalten, wie es der Fall seyn müßte, wenn sie beharrlich elektronegativ elektrisirt worden, *) und daß sie mithin, in dieser Beziehung, sich ähnlich zeigen: dem elektronegativ sich bethätigenden Draht des Grotthus'schen Versuches, schien es dem Verf. dieses Hdbs. naturgemäß beiderlei Verhalten, jenes der ausgehobenen Elektroden-Drähte (so wie des von den metallischen Elektroden gesonderten Schließungsbogen-Wassers oder dessen Vertreters) und das der durch Säure-Berührung gegen elektrochemisch-negative Stoffe chemisch unthätig gewordenen Metalle, unter eine gemeinschaftliche Benennung, unter die des Siderismus (S. 1729,

---

rirtes Eisen, in H.'s Versuchen, aufgelöstes Kupfer unausgefällt, sobald man dagegen in dieselbe saure CuO-Auflösung neben jenem Eisen zugleich metallisches Cu senkte, erfolgte sofort metallische Ausfällung des aufgelöst gewesenen Cu. Als H. annoch in Azotsäure liegendes Eisen, das, sich bräunend, die Säure zu färben begann, mithin annoch chemisch angreifbar war, herauszog, es dann kurze Zeit der Luft aussetzte und hierauf plötzlich, mit einem kleinen Stoß, wieder in die Flüssigkeit fallen ließ (was erschütternd wirken mußte; vergl. S. 1720), erschien es sofort metallisch glänzend und präparirt, und sicherer trat diese Aenderung desselben ein, wenn es in der Säure von Pt berührt wurde. Einmal präparirt widerstand es vollkommen der 1,399 Eigengewicht habenden Azotsäure, und selbst noch schwächerer. Der Berührung des Cu bedurfte es nur an einer Stelle, um sogleich, seiner ganzen Oberfläche nach für die Säure angreifbar zu werden; war jedoch zuvor die Mitte also präparirten Eisendrahts mit Wachs bedeckt worden, so reichte solche Aufhebung seines Siderismus nur bis zum Wachs; Säure von bemerkter Dichte, gleichviel, ob kalte oder siedendheiße, griff in H.'s Versuchen weder angelassenen Stahl, noch Uhrfedern-Stahl an. Gehärteter und höchst gehärteter Stahl wurde hingegen von derselben Säure, und selbst kalt, ziemlich leicht angegriffen (Poggend. Ann. XXXII, 211—216). Man kann rauchende Azotsäure aus gußeisernen Tubulatretorten, oder, wie ich in England sah, aus dergleichen mit steingutenen, innen ohne erzmetallische Beimischung glasirten, mit flachen Helmen versehenen Destillirblasen, aus Salpeter mittelst wasserarmer Schwefelsäure, oder statt dessen: mittelst bis zur beginnenden Röthe calcinirtem Eisenvitriol destillirend ausscheiden, ohne Eisen-Verunreinigung der Säuren fürchten zu dürfen. — Um übrigens von jenen Siderisirungen für Eisen, z. B. für die Schienen der Eisenbahnen, deren größere Beständigkeit bezweckenden Gebrauch zu machen, wäre die wässrige Lösung des azotsaurem Bleioxyd zu versuchen. Bildet man eine Kette von sich berührendem Zn und Ag, deren Außenseiten man mit Salzlösung näßte (indem man z. B. jede dieser Seiten mit einer Pappscheibe belegte, die zuvor mit Kochsalz-Lösung getränkt worden war), schließt sie dann mittelst eines gebogenen Platindrahts und entfernt diesen nach einiger Zeit, so zeigen sich beide Drahtenden entgegengesetzt elektrisirt, so daß sie ein von ihnen gleichzeitig berührtes Froschpräparat in Zuckungen versetzen; m. Experimentalphys. II, 29.

*) Wie es z. B. der als elektronegative Elektrode verwendete Cu-Draht gegen AO_5 zeigt.

1775 ff. und m. Grundz. II, 375 ff.) zu bringen und in dieser Hinsicht zu unterscheiden den Siderismus der „Erregung" von jenem der „Leitung," oder vielleicht passender: den der unipolaren, von dem der bipolaren Sideristrung (oder Elektrisirungs-Beharrlichkeit) und ersteren wiederum in jenen der Berührungs- und in den der Leitungs-Sideristrung zerfallen zu lassen; da dann dem „unipolaren Berührungs-Siderismus jene Verhalten des Stahls, Eisens und Bleis zu Azotsäure, so wie zu gelöstem PbOAOs und AgOAOs, dem „unipolaren Leitungs-Siderismus" dagegen das Verhalten der, galvanischen Ketten enthobenen einzelnen Elektroden (des nach der Enthebung sich entweder elektropositiv oder elektronegativ bethätigenden Pol-Drahts, so wie dessen Vertreters) einzuordnen wären, während die sog. (Abscheidungen starrer, wie tropfbarer oder auch gasiger Ionen: an den Elektroden voraussetzenden) Polarisationen (S. 1775) nur in sofern hieher gehören, als die zugehörigen Elektroden, als solche auch nach ihrer Entfernung aus dem Schließungsbogen fortzuwirken sich befähigt zeigen. Pfaff fand, daß insbesondere Zn- und Fe-, weniger Ag und Au, und gar nicht Pb-, Pt- und Messing-Poldrähte, dem —E-Pol enthoben sich entsprechend elektrisirt zeigten; de la Rive: daß beiden Polen enthobene platinene Schließungsdrähte, nicht nur fortfuhren Wasser zu zersetzen, sondern auch, mit der V.'schen Batterie wiederum leitend verbunden, das Schließungsbogen-Wasser nun lebhafter zersetzen machten, als sie es zuvor, da sie noch nicht ausgehoben gewesen, vermittelt hatten, dagegen Verlangsamung solcher Zersetzung bewirkten, als man sie, beim Wiedereinhängen in die Batterie-Enden, verwechselte; so daß nun der ehemalige zur Kathode verwendete Draht Anode, und der zuvor Anode gewesene Kathode wurde; offenbar, weil die ihnen siderisch gewordene Elektrisirung erst wiederum erschöpft (in OE-Werth verkehrt) werden mußte, bevor sie in früherer Weise zu leiten und zu wirken fortfahren konnten. Der unipolaren Leitungs-Sideristrung gemäß erfolgte Zersetzungen im Wasser gelöster Salze, als Berzelius eine dergleichen Lösung des $KOSO_3$ nur mit dem —E-Pol und als Riffault die des $NaOAO_5$ ebenfalls nur mit einem der Batterie-Pole leitend verband. (In wieweit dabei das entgegengesetzte E einer sog. elektrischen Atmosphäre, oder der Erde, mittelst der feuchten Luft, sich gegenbethätigte, ist unermittelt.) Hatchett bewirkte Aehnliches mittelst des einen der Pole einer magnetoelektrischen Batterie (S. 1726 Anm.), und Faraday machte den vorigen ähnliche Erfahrungen. Sollte sich in der Folge unzweifelhaft darthun lassen, daß die dem Schließungsbogen der V.'schen Batterie enthobenen Poldrähte an ihren Oberflächen Wasserbestandtheile darbieten, der ehemalige +E-Poldraht Oxygen-, der —E-Pol-Draht Hydrogen-haltig sey, so könnten diese Grundstoffe nicht chemisch, sondern nur eigenthümlich physisch gebunden seyn; denn

dergleichen Golddrähte lassen, außer jenem Verhalten zu dem Wasser, Salzwasser rc. keine hieher gehörige Aenderung wahrnehmen, auch zersetzen weder O noch H (und zwar weder einzeln genommen, noch mitsammen) irgend eine Salzlösung polarisch, und müßten sich, also physisch gebunden, nicht chemisch, sondern nur elektrisch gegenbethätigen. *) In Betreff der Annahme, daß jene Metalle, welche durch Berührung von Azotsäure zu unipolaren Erregungs-Siderismus gelangen, auch nur oberflächlich solcher Veränderung theilhaftig werden und dieselbe durch von ihnen gebundenes O (oder durch HO_2, oder durch Ozon) erlangen, darf nicht übersehen werden, daß Wenzel's Beobachtung einer Annahme der Art geradezu widerspricht. — Unter den neueren, hieher gehörigen Beobachtungen, ist vorzüglich jene, welche Grove's zusammengesetzte galv. Gas-haltige Kette zum Grunde liegt, geeignet die Erfolge unipolarer Siderisirungen zu veranschaulichen. G. schmolz in 100 gleich langen, aufrecht zu stellenden, an ihren beiden Enden offenen Glasröhren an jeder derselben das obere offene Ende dergestalt zusammen, daß es, Luft- und Wasser-dicht schließend, einen Platindraht umfaßte, der oben um einige Zoll herausragte, während er in der Röhre, als etwa 1/4 Zoll breiter Streifen bis nahe zu dem unteren offenen Röhrenende herabreichte, stellte dann die erste und letzte dieser also vorgerichteten Röhren jede in einen Glasbecher, der so viel wässrige Schwefelsäure von 1,2 Eigendichte enthielt, daß dieselbe den Streifen bis etwa zu 1 Drittel seiner Länge (Höhe) umfloß, nachdem die erste dieser Röhren mit O-Gas, die letzte mit H-Gas gefüllt worden waren. In gleicher Weise richtete G. nun, in Absicht auf Gasfüllung und Absperrung durch den sauren feuchten Leiter alle übrigen 98 Röhren vor, so daß sie also 49 O-Gas und ebenso viel H-Gas-Behälter darstellten, verwendete im Ganzen genommen (zu allen 100 Röhren) nur 50 Säure-Träger, indem er neben der ersten O-Röhre eine erste H-Röhre in einem und demselben Glasbecher mit der sauren Flüssigkeit absperrte und ebenso mit allen übrigen verfuhr, daß mithin jeder Becher eine O- und eine H-Röhre erhielt. Also vorgerichtet verband man dann die hinausragenden Platindrähte, von je zwei dergleichen: zwei Bechern angehörigen H- und O-Röhren, leitend mit einander; wodurch mithin der zum O-Gas der ersten Röhre gehörige Draht: als Pol-Draht dieser (wesentlich der Ritter'schen Ladungssäule gleichenden) sog. Gas-Batterie, und ebenso der zum H-Gas der letzten Röhre: als deren entgegengesetzter Poldraht frei blieb und beide Drähte als Schließungsdrähte verwendet werden konnten. Die Platinstreifen waren, vor

*) Mithin als wägbare Stoffe, die sich im Zustande gesteigertster elektrischer Bewegung befinden; d. i. in einem Zustande, der an jene hypothetische Voraussetzung erinnert, daß die sog. elektrischen Flüssigkeiten höchst elektrisirtes Oxygen und dergleichen Hydrogen seyen; S. 1705).

ihrem Einhängen in die Röhren platinirt, d. i. mit Platinschwamm überzogen worden,*) was indessen, Faraday zufolge, unnöthig ist, indem reinste Platindrähte, die zuvor einige Zeit hindurch als Elektroden gedient hatten, was sie (während es sie sideriſirt, zugleich) zur höchsten Oberflächen-Reinheit bringt, sich verhältlich sehr wirksam zeigen und eine entsprechend wirksame Batterie gewähren, deren durch O- und H-Gas elektrisch entgegengesetzt elektrisirte Leiter erster Klasse, mit dem zugehörigen Leiter zweiter Klasse, ohne daß dieser chemisch eingreift, vollständig galv. Ketten bilden. Die solche +- und —E-Sideriſirungen bewirkenden O- und H-Gase mindern sich im stöchiometrischen Verhältniß (auf 1 Maaßtheil O verschwinden 2 Theile H), jedoch nur mittelbar; jeder Platinstreifen wirkt nach Art des

*) Die „Platinirung" genannte Ueberziehung mit Platinschwamm, erhebt die damit bedeckten Metallplatten in der Spannungsreihe zu Platten: ähnlich den Platin-Platten, und gewährt daneben noch die Vortheile, Gegenströmungen in der galv. Kette zu schwächen oder zu verhüten, weil sie α) rauhe Oberflächen erzeugt, denen Gase (z. B. H-Gas des Zersetzungs-Wassers der Kette) weniger fest anhängen, als glatten und daher auf dieselben weniger siderisirend (polarisirend) zu wirken vermögen, als auf diese; β) mit ihrem Platinschwamm die Verbindung des durch Wasser-Zersetzung zur Entwickelung gelangenden H und O zu HO begünstigen, was dann ebenfalls der Entstehung von sog. Polarisation und damit der Gegenströmung entgegenwirkt; was aber den Hauptstrom schwächt, wirkt wie eine Minderung der sog. elektromotorischen Kraft. Smee brachte so aus platinirten Silber-amalgamirten Zink-Platten, nebst wässriger Schwefelsäure zusammengesetzte sog. constante Batterie zu Stande, die, keines Diaphragma (d. i. keines porösen Flüssigkeiten-Scheidners) bedürfend, an Wirksamkeit der Grove'schen Diaphragma-haltigen Platin-Zink-Batterie (S. 1785) mindestens gleichkam, oder vielmehr sie darin übertraf. Am wirksamsten werden dergleichen Silberplatten (oder plattirte Kupferplatten), die übrigens nichts weniger als dick zu seyn brauchen, platinirt, wenn man sie zuvörderst in Azotsäure taucht, um ihrer Oberfläche die erforderliche Rauhigkeit zu ertheilen, dann mit der Kathode einer Volta'schen Batterie in Verbindung setzt und also verbunden in eine schwache Platinchlorid-Lösung senkt, in der sich, ihr gegenüber, eine ihr an Größe gleichende, mit der Anode derselben Batterie verbundene Platinplatte (oder verplatinte Kupferplatte) befindet. Hierauf herausgehoben bietet die Silberplatte vollkommen gleichmäßige matte Sammtschwärze und damit vollständige Platinirung dar. Poggendorff's Versuchen zufolge erleiden übrigens die aus ungleich großen Platten (und übrigen Querschichten) bestehenden Volta'schen Batterien, in ihren kleineren Platten größere Polarisation, als in den größeren, die sich außerdem mit der Abnahme des Drucks, der Zunahme der Temperatur und der Stärke des in der Kette wirksamen chemischen Angriffs mindert (je weniger darin die Metalle angegriffen werden und je rauher sie sind, um so mehr sind sie der Polarisation unterworfen). — Uebrigens sind die Vertheilungsreihen oder sog. Ströme, die von Faraday als Ströme von großer Intensität bezeichnet werden, überall solche, zu deren Entwickelung es großer elektromotorischer Kraft bedurfte, während jene, die er als große Elektricitäts-Mengen darbietend erachtet (weil sie sich durch lebhafte Wärmeäußerungen und große Magnetismus-Erregungen und dergleichen magnetische Wirkungen auszeichnen), da sie große Widerstände nicht zu überwinden vermögen, durch geringe elektrometrische Kraft hervorgingen.

dergleichen Golddrähte lassen, außer jenem Verhalten zu dem Wasser, Salzwasser rc. keine hieher gehörige Aenderung wahrnehmen, auch zersetzen weder O noch H (und zwar weder einzeln genommen, noch mitsammen) irgend eine Salzlösung polarisch, und müßten sich, also physisch gebunden, nicht chemisch, sondern nur elektrisch gegenbethätigen. *) In Betreff der Annahme, daß jene Metalle, welche durch Berührung von Azotsäure zu unipolaren Erregungs-Siderismus gelangen, auch nur oberflächlich solcher Veränderung theilhaftig werden und dieselbe durch von ihnen gebundenes O (oder durch HO_2, oder durch Ozon) erlangen, darf nicht übersehen werden, daß Wenzel's Beobachtung einer Annahme der Art geradezu widerspricht. — Unter den neueren, hieher gehörigen Beobachtungen, ist vorzüglich jene, welche Grove's zusammengesetzte galv. Gas-haltige Kette zum Grunde liegt, geeignet die Erfolge unipolarer Siderisirungen zu veranschaulichen. G. schmolz in 100 gleich langen, aufrecht zu stellenden, an ihren beiden Enden offenen Glasröhren an jeder derselben das obere offene Ende dergestalt zusammen, daß es, Luft- und Wasser-dicht schließend, einen Platindraht umfaßte, der oben um einige Zoll herausragte, während er in der Röhre, als etwa 1/4 Zoll breiter Streifen bis nahe zu dem unteren offenen Röhrenende herabreichte, stellte dann die erste und letzte dieser also vorgerichteten Röhren jede in einen Glasbecher, der so viel wässrige Schwefelsäure von 1,2 Eigendichte enthielt, daß dieselbe den Streifen bis etwa zu 1 Drittel seiner Länge (Höhe) umfloß, nachdem die erste dieser Röhren mit O-Gas, die letzte mit H-Gas gefüllt worden waren. In gleicher Weise richtete G. nun, in Absicht auf Gasfüllung und Absperrung durch den sauren feuchten Leiter alle übrigen 98 Röhren vor, so daß sie also 49 O-Gas und ebenso viel H-Gas-Behälter darstellten, verwendete im Ganzen genommen (zu allen 100 Röhren) nur 50 Säure-Träger, indem er neben der ersten O-Röhre eine erste H-Röhre in einem und demselben Glasbecher mit der sauren Flüssigkeit absperrte und ebenso mit allen übrigen verfuhr, daß mithin jeder Becher eine O- und eine H-Röhre erhielt. Also vorgerichtet verband man dann die hinausragenden Platindrähte, von je zwei dergleichen: zwei Bechern angehörigen H- und O-Röhren, leitend mit einander; wodurch mithin der zum O-Gas der ersten Röhre gehörige Draht: als Pol-Draht dieser (wesentlich der Ritter'schen Ladungssäule gleichenden) sog. Gas-Batterie, und ebenso der zum H-Gas der letzten Röhre: als deren entgegengesetzter Poldraht frei blieb und beide Drähte als Schließungsdrähte verwendet werden konnten. Die Platinstreifen waren, vor

*) Mithin als wägbare Stoffe, die sich im Zustande gesteigertster elektrischer Bewegung befinden; d. i. in einem Zustande, der an jene hypothetische Voraussetzung erinnert, daß die sog. elektrischen Flüssigkeiten höchst elektrisirtes Oxygen und dergleichen Hydrogen seyen; S. 1705).

ihrem Einhängen in die Röhren platinirt, d. i. mit Platinschwamm überzogen worden, *) was indessen, Faraday zufolge, unnöthig ist, indem reinste Platindrähte, die zuvor einige Zeit hindurch als Elektroden gedient hatten, was sie (während es sie siderisirt, zugleich) zur höchsten Oberflächen-Reinheit bringt, sich verhältlich sehr wirksam zeigen und eine entsprechend wirksame Batterie gewähren, deren durch O- und H-Gas elektrisch entgegengesetzt elektrisirte Leiter erster Klasse, mit dem zugehörigen Leiter zweiter Klasse, ohne daß dieser chemisch eingreift, vollständig galv. Ketten bilden. Die solche + und — E-Siderisirungen bewirkenden O- und H-Gase mindern sich im stöchiometrischen Verhältniß (auf 1 Maaßtheil O verschwinden 2 Theile H), jedoch nur mittelbar; jeder Platinstreifen wirkt nach Art des

*) Die „Platinirung" genannte Ueberziehung mit Platinschwamm, erhebt die damit bedeckten Metallplatten in der Spannungsreihe zu Platten: ähnlich den Platin-Platten, und gewährt daneben noch die Vortheile, Gegenströmungen in der galv. Kette zu schwächen oder zu verhüten, weil sie α) rauhe Oberflächen erzeugt, denen Gase (z. B. H-Gas des Zersetzungs-Wassers der Kette) weniger fest anhängen, als glatten und daher auf dieselben weniger siderisirend (polarisirend) zu wirken vermögen, als auf diese; β) mit ihrem Platinschwamm die Verbindung des durch Wasser-Zersetzung zur Entwickelung gelangenden H und O zu HO begünstigen, was dann ebenfalls der Entstehung von sog. Polarisation und damit der Gegenströmung entgegenwirkt; was aber den Hauptstrom schwächt, wirkt wie eine Minderung der sog. elektromotorischen Kraft. Smee brachte so aus platinirten Silber-amalgamirten Zink-Platten, nebst wässriger Schwefelsäure zusammengesetzte sog. constante Batterie zu Stande, die, keines Diaphragma (d. i. keines porösen Flüssigkeiten-Scheidners) bedürfend, an Wirksamkeit der Grove'schen Diaphragma-haltigen Platin-Zink-Batterie (S. 1785) mindestens gleichkam, oder vielmehr sie darin übertraf. Am wirksamsten werden dergleichen Silberplatten (oder plattirte Kupferplatten), die übrigens nichts weniger als dick zu seyn brauchen, platinirt, wenn man sie zuvörderst in Azotsäure taucht, um ihrer Oberfläche die erforderliche Rauhigkeit zu ertheilen, dann mit der Kathode einer Volta'schen Batterie in Verbindung setzt und also verbunden in eine schwache Platinchlorid-Lösung senkt, in der sich, ihr gegenüber, eine ihr an Größe gleichende, mit der Anode derselben Batterie verbundene Plattinplatte (oder verplatinte Kupferplatte) befindet. Hierauf herausgehoben bietet die Silberplatte vollkommen gleichmäßige matte Sammtschwärze und damit vollständige Platinirung dar. Poggendorff's Versuchen zufolge erleiden übrigens die aus ungleich großen Platten (und übrigen Querschichten) bestehenden Volta'schen Batterien, in ihren kleineren Platten größere Polarisation, als in den größeren, die sich außerdem mit der Abnahme des Drucks, der Zunahme der Temperatur und der Stärke des in der Kette wirksamen chemischen Angriffs mindert (je weniger darin die Metalle angegriffen werden und je rauher sie sind, um so mehr sind sie der Polarisation unterworfen). — Uebrigens sind die Vertheilungsreihen oder sog. Ströme, die von Faraday als Ströme von großer Intensität bezeichnet werden, überall solche, zu deren Entwickelung es großer elektromotorischer Kraft bedurfte, während jene, die er als große Elektricitäts-Mengen darbietend erachtet (weil sie sich durch lebhafte Wärmeäußerungen und große Magnetismus-Erregungen und dergleichen magnetische Wirkungen auszeichnen), da sie große Widerstände nicht zu überwinden vermögen, durch geringe elektrometrische Kraft hervorgingen.

Platinschwamm vereinigend auf ursprüngliches O-Gas und aus dem Wasser, kraft galv. Zersetzung entwickelten H, und ebenso auf jedes dergleichen O und das schon vorhandene H-Gas. Poggendorff stellte eine weit wirksamere Ladungssäule der Art dar, indem er die sog. Polarisirung des aus Platten bestehenden Platin nicht durch jene Gase, sondern die entsprechenden Poldrähte einer Volta'schen Batterie sich laden ließ und dergleichen siderisirte Platten dann zu einer Batterie ordnete; dessen Ann. LXI, 587 ff. Da Schönbein frischgeglüheten Platinschwamm als positive, Platindraht als negative Elektrode in gewöhnliches Wasser tauchen ließ, erfolgte, wie die an letzterer aufsteigenden Gasbläschen bezeugten, Elektrolyse des Wassers; verwechselte man Draht und Schwamm, so daß dieser die negative Elektrode und jener die positive darstellte, so war an beiden Elektroden Gasentwickelung kaum bemerkbar; durch das Glühen scheint daher der Platinschwamm positiv siderisirt zu werden; Platinplatten erleiden, Poggendorff zufolge, durch eine wässrige Lösung von 1 Gewichtstheil Kali in 2 Wasser stärkere Polarisirung, als durch Wasser +0,1503. Daß bloßes Erhitzen des Eisens keine Siderisirung desselben zur Folge habe, wies S. (gegen Martens) nach; gegen S.'s Folgerung: daß die Siderisirung nur die Oberfläche des Eisens treffe, spricht indessen, als mögliche Ausnahme, Wenzel's Stahl-Versuch. Daß Zustandswechsel Elektrisirungen bewirke, war aus hieher gehörigen Versuchen älterer Physiker bereits nachgewiesen, und daß Solches namentlich auch eintrete, wenn, in Folge chemischer Zersetzungen, Stoffe gasig entweichen (z. B. CO_2); Gleiches war auch zu erwarten, wenn stark gespannte Dämpfe, durch Ausströmen zur Verbreitung und damit zur Verdünnung und Spannungs-Minderung gelangen; Armstrong's hieher gehörige, den stark gespannten Wasserdampf betreffende Versuche, *) bestätigten sich bei der von Schönbein veranstalteten Wiederholung.

*) Oeffentlichen Blättern zufolge hat der amerikanische Schiffscapitän Ericsson durch Erfindung zweier neuen Vorrichtungen, von E. Vaporator und Condensator genannt, bewirkt: 1) daß der Wasserdampf des Dampfkessels immer wieder in den Kessel zurücktritt, so daß also ein Dampfschiff, das seine Reise mit frischem, sog. süßem Wasser beginnt, unterwegs kein Seewasser einzunehmen braucht, zugleich aber auch 2) daß durch jene Vorrichtungen süßes Wasser genug aus Seewasser entwickelt werden kann, nicht nur um den Wasser-Verbrauch zu Speisen und Getränken, sondern auch jenen zu Bädern zu decken, so daß jede am Bord befindliche Person sich täglich eines Süßwasser-Bades zu bedienen vermag, 3) daß man Behufs der Kessel-Innensäuberung das Feuer nicht erlöschen zu lassen brauche (was Feuerung spart), 4) daß es geringerer Beaufsichtigung des Kessels bedarf (der 2 bis 3 mal länger halte, und dessen Zerplatzen gänzlich verhütbar sey), und 5) daß man fast ein Fünftel an Feuerungskosten, damit aber an Raum für Feuerungsstoffe erspare. — Schon im Jahr 1814 wurden in England ähnliche Wasser-Verbrauchs- und Feuerungs-Minderung bezweckende Versuche angestellt und bald darauf auch von mir für Deutschland in Vorschlag gebracht.

c) Wenn einerseits aus Vorhergehendem zweifellos erfichtlich ist, daß nicht siderisirtes Eisen auf siderisirtes durch Berührung desiderisirend einzuwirken vermag, so machen es andererseits auch manche der erwähnten Leitungs-Siderisirungen wahrscheinlich, daß umgekehrt auch siderisirte Leiter auf nicht siderisirte, und selbst durch dünne Isolatoren hindurch, elektrisch vertheilend einzuwirken vermögen; denn es erzeugen solche ausgehobene Elektroden und einzelne Pole, wie das ihre Wirkungen darthun, neue Vertheilungsreihen, das sind neu erregte Ströme (Nebenströme). Wie bereits oben S. 1729 angedeutet worden, befinden sich nämlich dergleichen metallische Leiter, in einem Zustande ähnlich jenem, welchen Faraday (S. 1729) den elektronischen nannte. Schon Ampère versuchte es, lediglich durch schon bestehende sog. elektrische Ströme in anderen, nicht elektrisirten Leitern sog. Ströme der Art zu erwecken; vollkommen gelang dieses jedoch nur Faraday, der solche Ströme inducirte (S. 911) oder secundäre, oder Neben-Ströme nannte, während jener Strom, welcher sie hervorrief, durch die Benennung inducirender oder Inductions-Strom oder Haupt-Strom bezeichnet wurde, und deren Richtung und Wirken die sog. Inductionsspirale vollständig deutlich nachzuweisen in den Stand setzt, da die Nebenströme Funken und Schläge und alle übrigen Wirkungen der Hauptströme hervorzubringen sich vollkommen geeignet zeigen; wie denn auch die Inductionsspirale, mit ihren gedoppelten Gegenströmen, ihres auf die Nerven ausgezeichneten Einwirkungsvermögens wegen, ärztlicher Beachtung gewürdigt worden ist. Umwickelt man nämlich eine hölzerne (pappene oder auch metallene) Spule mit zwei neben einander laufenden, mit Seide überzogenen (und mithin gegenseitig isolirten) Kupferdrähten, und schließt dann mit den beiden Enden eines dieser Drähte eine Volta'sche Batterie, so erzeugt der in diesem Schließungsdraht vorhandene (Haupt-) Strom in dem anderen einen in entgegengesetzter Richtung sich bethätigenden Nebenstrom, der jedoch, sind die Enden dieses zweiten Drahtes unter sich leitend verbunden, nur kurze Zeit merkbar bleibt, dagegen und zwar in einer seiner ursprünglichen entgegengesetzten, mithin: der des ersten Hauptstroms entsprechenden Richtung wieder merklich wird; woraus denn zugleich folgt, daß die Batterie beim Oeffnen einen Rückstrom (S. 1760) erzeugt, der, seiner Richtung nach jenem ursprünglichen oder Hauptstrom entgegengesetzt — welcher auch zuvor als Gegenstrom bezeichnet — ist (und daß es solche Rückströme sind, die jene Erscheinungen hervorgehen machen, welche, im Vorhergehenden, als Folgen der Pol-Umkehrung bezeichnet wurden). Wird dem Nebenstrom-Draht ein dritter, gleich den anderen mit vollkommen isolirender Hülle umgebener Draht zur Seite gegeben, oder eine Rolle der Art in die vorhergehende gesteckt, so erzeugt er in diesem ebenfalls einen Strom, und dieser wieder in einem vierten u. s. f. Sollen jedoch dergleichen Neben-

und Hauptströme also fortwirken, so erfordert dieses statt der Drähte möglichst lange und breite kupferne, mit Seide überzogene und wohl gefirnißte Bänder; Henry sah eine dergleichen Inductionsspirale, deren inducirendes, mit den Poldrähten einer mäßig starken Batterie leitend verbundenes Bandgewinde, bei einer Länge von 93 Fuß eine Breite von anderthalb Zoll darbot, während die zu inducirende Drahtrolle 3000 Fuß Länge und 1/49 Zoll Durchmesser hatte, lebhafte Funken erzeugen und mehreren leitend verbundenen Personen starke Schließungs-Erschütterungen ertheilen, von denen die letzteren durch Benützung des Blitzrades (S. 1726) sich zu kaum ertragbarer Heftigkeit steigern ließen. Weiterer Verfolg der Haupt- und Nebenströme solcher Vorrichtungen, betrieben durch Faraday, Ries und Henry, ergab: a) daß die Wirkung des in einem geradlinigen Drahte sich bethätigenden inducirenden Stroms auf einen zu inducirenden, gleichfalls geradlinigen Leiter, sich mit gegenseitiger Entfernung mindert; b) daß die Stärke des inducirten Stroms ungeschwächt bleibt, Falls ein dritter, beiden paralleler Draht, zwischen beide eingeschoben wird; hingegen nicht, wenn die Enden dieses dritten Drahtes unter sich leitend verbunden sind (er geschlossen war); c) daß der Hauptstrom in seiner inducirenden Wirkung auf zweite, dritte ꝛc. Drähte von gleicher Länge, ꝛc. sich gleichmäßig theilt und die einzelnen Nebenströme mithin um so schwächer ausfallen, je mehr Nebendrähte vorliegen; d) daß eine, zwischen den inducirenden und den Nebendraht gebrachte, Isolatorplatte die Wirkung nur dem dadurch erwachsenden Abstande gemäß schwächt und in dieser Hinsicht sie nicht mehr mindert, als sie geschwächt werden würde, wäre statt des Isolators ein ebenso großer leerer Raum [oder eine entsprechende Luftschicht] gegeben. — Nur beständig-gleichmäßig wirkende, einfache wie zusammengesetzte, galvanische Ketten (die als solche ebenso viel Säure, als das Auflösen des Zinks ꝛc. erfordert, aus gelöstem schwefelsauren Kupferoxyd wieder ersetzt erhalten, während sich entsprechende Mengen Cu ausscheiden), vermögen erzmetall. Niederschläge (zumal die des Kupfers) zu entlassen, deren Ur-Theilchen oder sog. Krystallatome in solchem Maaße innig in einander greifen, daß sie sich zu dichten und fest zusammenhangenden, von einem (mit der Kathode leitend verbundenen) Träger ablösbaren Massen vereinigen, welche — bei ihrem Hervorgehen jeder ihnen ertheilten starren Grundlage folgend, die durch Schmelzung erzeugbaren Metallgebilde ersetzend und nicht selten an Begrenzungs-Reinheit übertreffend — darbieten, was die (durch hieher gehörigen, schon früher bekannt gewordenen, auf dem Wege der Fällung von Erzmetallen durch Erzmetalle bewirkten Ueberziehungen des fällenden Metalles mit dem gefällten — S. 871, 1311 ff. — vermittelte) von Jacobi, im Jahr 1838, und bald darauf von Spencer erfundene und in's Leben gerufene Galvanoplastik besagt (S. 910

Anm.), deren Erzeugnisse jedoch erst dann an Mannigfaltigkeit wie an Gestaltungs-Schöne auffallend gewannen, als man sie galvanischen Weges, gemäß denen schon von Marggraf und anderen älteren Chemikern in Anwendung gebrachten Verfahren (S. 957) mit anderen Erzmetallen zu überziehen lernte, d. h. als man solchen Weges galvanoplastisch gefälltes Kupfer vergoldete, verplatinte, versilberte, verzinnte ꝛc. Drückt man einen Holzschnitt, oder eine Gemme oder Münze ꝛc. in Wachs ab, oder übergießt man dergleichen mit geschmolzenem Stearin oder mit einem Gemisch von geschmolzenem Wachs und Stearin, oder von Wachs und gemahlenem Gyps, oder (nach Böttger) mit einem geflossenen Gemisch von 8Bi, 8Pb und 3Sn [am zweckmäßigsten, wenn man in allen diesen Fällen den abzuformenden, möglichst gesäuberten Gegenstand zuvor mit äußerst wenig Mandelöl oder Klauenfett abgerieben hatte, löst darauf solchen Abdruck vorsichtig von der Münze, dem erhaben geformten Gebilde (z. B. der Medaillen ꝛc.) ab, was bei der zuvor gedachten vorangegangenen Fetteinreibung leicht von Statten geht, wäsch't dann dessen geformten Hohlraum, um das Fett zu entfernen, mit einigen Tropfen Alkohol ab, überstreicht ihn hierauf sorgfältigst (mittelst eines feinen Pinsels) mit auf's Feinste geschlemmtem Graphit oder Eisenoxydul-Oxyd, oder feinstem Versilberungspulver, steckt dann das eine etwas erhitzte Ende eines Kupferdrahtes in die Außenseite des Stearin oder Wachses ꝛc., jedoch ohne damit die geformte Innenfläche desselben zu beschädigen, umklebt nun solche Wachsform mit einem mit geschmolzenem Wachs getränkten, über sie etwas hervorragenden Papierstreifen, und bringt sie also vorbereitet, senkrecht in ein gläsernes Gefäß, das solche Stellung und zugleich die einer mit der Anode verbundenen, ebenfalls senkrecht zu stellenden Metallplatte von jener Metallart zuläßt, aus welcher man das galvanoplastische Gebilde darzustellen beabsichtigt. Gewöhnlich wählt man hiezu Kupfer, indessen läßt sich dieses auch durch Nickel, Silber und andere Metalle mit gleichem Erfolge vertreten, und wechselt man mit dergleichen Metallen, so lassen sich, erfolgte der Wechsel rasch genug, eine Art von physischen Gemischen der zu bildenden Metallmasse bewirken, die in Absicht auf Farbe, Haltbarkeit, Biegsamkeit oder Härte des Erzeugnisses mannigfache Verschiedenheiten darbietet. Indessen lassen sich auch chemische Metallgemische, z. B. Bronze, Messing ꝛc. galv. Weges bilden; m. Experimentalphys. II, 110 ff. u. 128. Auch kann man gleichzeitig, mittelst derselben: wenige einfache Ketten erfordernden Volta'schen Batterie, der Form, wie dem Gehalte nach die verschiedenartigsten Gebilde der Art erzeugen, wenn man in gleicher Weise verfährt, wie man z. B. mit ein und derselben Batterie, dadurch, daß man jeden ihrer Poldrähte (z. B. mittelst unächter sog. Gold- oder Silberschnüre, die in Platindrähten endigen) mehrfach theilt und in verschiedene V-förmig gekrümmte Glasröhren leitet (so daß in den

einen Schenkel jeder solchen, mit der zu zersetzenden Flüssigkeit gefüllten Röhre der Anode-, in den andern der Kathode-Draht hinabreicht), in gleicher Zeit die verschiedenartigsten Niederschläge zu Wege bringt. *) Hatte man dann jenes die mit Graphit überstrichene Wachsform enthaltende Glasgefäß z. B. mit gelöstem Kupfervitriol ($CuOSO_3$) gefüllt, und in dieser Lösung, als Anode, eine Kupferplatte der Wachsform gegenüber gestellt, so behält die Flüssigkeit während der an dieser Form erfolgenden Cu-Fällung stets denselben Cu-Gehalt (und erfolgt mithin die Ablagerung des Cu fortdauernd gleichförmig), weil sich immer wieder so viel Cu von der Anode-Platte auflöset, als an der Kathode sich ausscheidet. Die Form, in der diese Ausscheidung erfolgt, hängt hauptsächlich von der Stärke des galv. Stroms ab; ein Strom, der bewirkt, daß neben dem an der Kathode erscheinenden Metall auch H-Gas entbunden wird, gewährt nicht zusammenhangende Metallmassen, sondern nur feinsten Metallstaub; der stets schwarz ausfällt, das Metall mag geartet seyn, wie es will, vermuthlich: weil das Metall durchaus und vollständig zerstiebt, hervortritt — wie weißester Phosphor (und Berthollet zufolge auch reinster Schwefel) durchaus zertheilt, ein schwarzes Pulver gewährt — dann aber vielleicht auch: weil jedes Ur-Theilchen physisch etwas H zurückhält, das dem Zusammenhange der Theilchen zum Hinderniß erwächst. Hat hingegen der Strom nur eine Stärke, bei welcher, würde sie um ein Geringes vermehrt, sofort Entwickelung von H-Gas erfolgt, so vereinigen sich die Ur-Theilchen des ausgefäll'ten Metalles zu möglichst gleichförmigen und möglichst dehnbaren festen Massen (Platten ꝛc.), und wurde er noch mehr geschwächt, so erfolgen krystallinische Niederschläge. Die senkrechte Stellung der Wachsform, wie der Anode-Platte, macht es möglich, daß das zu erzeugende Gebilde frei bleibt von Staub und Nebenausscheidungen (z. B. mit ausgeschiedenem, mehr oder weniger desoxydirtem Eisen eines nicht eisenfreien, gelösten Kupfervitriols) und die Anode nicht mit dergleichen, so wie mit Arsen des Platten-Kupfers sich bedeckt, wodurch Rückströme erfolgen würden, die der beabsichtigten Gleichförmigkeit der Wirkung mehr oder weniger zum Hinderniß gereichen, und zwar nicht nur ihrer elektrischen Gegenwirkung wegen, sondern auch: weil sie eine dem Hauptstrome entgegengesetzte chemische Zwischen-Zersetzungsfolge bewirken, welche die des Hauptstroms theilweise aufhebt, dadurch aber die Leitung der Flüssigkeit schwächt; denn alles Leiten wässriger Flüssigkeiten ist eine Reihenfolge vorübergehender chemischer Zersetzungen, wie das der festen

*) Seit vielen Jahren verfahre ich so bei meinen Vorträgen über Experimentalphysik und Experimentalchemie, gleichzeitig mit den Lösungen sehr verschieden gearteter Salze: z. B. mit jenen des $AgOAO_5$, $CuOSO_3$, $CuOAH_4O$, $NiCh$, $MgOSO_3$, BaO ꝛc.

Leiter eine dergleichen elektrische. Statt der gläsernen Gefäße bedient man sich, wenn es gilt große Gegenstände galvanoplastisch darzustellen oder abzuändern, hölzerner, innen wohl und durchgängig mit Harzgemischen und dergleichen Firnissen überzogener; z. B. bei beabsichtigter Vervielfältigung großer ebener Kupferplatten und bei jener der zu Kupferstichen bestimmten gravirten Platten, denen man dann die ehemals für alle galvanoplastische Erzeugnisse angewandte wagrechte Lage ertheilt.*) In gleicher Weise, wie man die galvanoplastischen Metallmassen sich bilden macht, ebenso kann man sie auch, und ebenso auch jedes andere nicht galvanisch gewonnene Metall, mit einem oder dem anderen Erzmetalle galvanoplastisch überziehen. Ueber dergleichen Vergoldungen, Verplatinungen, Versilberungen, Verkupferungen gläserner wie porzellanener rc. Gefäße (mittelst falschen Blattgoldes, womit man die Glaskolben-Schaalen, Retorten rc. belegt; S. 860, 865 ff.) vergl. S. 959, 1311 u. 1717, über in solcher Weise zu bewirkende Verzinnungen (nicht nur der Kupfer- und Messing-Geschirre, sondern auch der aus „Blei-haltigem Zinn," so wie der aus Weißblech gefertigten) S. 871 Anm. **) — Statt der

*) Unten, am Boden solchen Trog-artigen Holzgefäßes befindet sich die zu vervielfältigende Kupferplatte, die zugleich die Kathode der Kette darstellt, welche dadurch entsteht, daß oberhalb der Kupferplatte, ein hölzerner Rahmen eingehängt worden, der von entgegengesetzten Seiten her dergestalt mit nach Innen gerichteten Leisten versehen worden, daß man eine Zinkplatte wagrecht aufzulegen vermag, nachdem man zuvor unterhalb derselben eine Thierblase eingespannt oder eine poröse Thonplatte eingekittet hatte. Man verbindet dann die Zinkplatte mittelst eines von ihr aufwärts gerichteten und dann seitlich zur Kupferplatte hinabreichenden Bleistreifens. Den Trog füllt man mit einer gesättigten Lösung reinsten Kupfervitriols, deren Kupfer-Gehalt man dadurch gleichbleibende Größe sichert, daß man in ein Sieb, das im oberen Flüssigkeits-Theil des Troges angebracht worden, Krystalle reinsten Kupfervitriols legt und von Zeit zu Zeit erneuet. Der Zinkplatten-Raum wird mit einer gesättigten Lösung von $ZnOSO_3$ gefüllt; für jeden stöchiometrischen Antheil gefällten Kupfers, löst sich in der, dem Kupfervitriol entstammenden Schwefelsäure, ein entsprechender Antheil Zn auf.

**) Zu galvanoplastischen Stahl-Versilberungen bereitet man das Stahl-Geräth, wenn man es vor der Versilberung nicht verkupfern will, dadurch vor, daß man es in eine saure Lösung von 1 Grm MrOAOS + 60 Grm Wasser und 4 Grm Azotsäure von 40^0 B taucht, dann, sobald es allseitig geschwärzt erscheint, es herauszieht, mit Leinwand abreibt und nun, in der aus 1 Grm $AgOAO_5$ + 60 Grm reinsten Wassers, in gewöhnlicher galvanoplastischer Weise mit Silber überzieht. Zu allen Stahlgeräthen, welche nach solcher Versilberung den Einflüssen der Luft ausgesetzt bleiben müssen, ist es zweckmäßiger, die stets weiß bleibende Verpalladung der Versilberung vorzuziehen; s. w. u. — Elkington bevorzugte, zur galv. Vergoldung, das in wässriger Lösung des Kali-Bicarbonat aufgelöste, aus Goldchlorid-Lösung durch Kali-Bicarbonat gewonnene, saure carbonsaure Goldoxyd [auch die Versilberung ist ähnlichen Weges, durch Ausfällung und Uebersetzung des gelösten $AgOAO_5$ mit $KO + 2CO_2$ möglich]. Christophfle vereint beide Mittel, die durch KKy bis zur Wiederauflösung ausgefällte und die nach Elkington gewonnene Kali-carbonsaure Goldauflösung, wandelt aber letztere, durch

Wachsform wandte der Verf. dieses Hdbs. mit gutem Erfolge Letternmetall an, u. als Vertreter des Graphit: feinsten Gußeisen-Bohrstaub. Jenes S. 1803 erwähnte Metallgemisch schmilzt bei 86° C. und zeichnet sich für diesen Zweck vor den Rose'schen und Darcet'schen leichtflüssigen (bei 78° bis 80° C. schmelzenden) Legirungen vorzüglich dadurch aus, daß es sie an Feinkörnigkeit des Gefüges übertrifft, indem jene Gemische stets grobkörnig krystallinische Theilchenstellung darbieten. *)

Sieden, Zusatz von Aetzkali und Blutlauge in eine von KCh begleitete gemischte, Goldkyanid-haltige Auflösung, um. Das Ergebniß solcher Verrichtung ist eine glanzmatte Vergoldung; war dagegen letzterer die galvanoplastische Verkupferung in aufgelöstem CuKy, bereitet durch Ausfällung von CuOSO3 durch KKy und Uebersetzung mit demselben vorangegangen, und zugleich neben Gold-Kyanid auch Knallgold angewendet worden (was man bereits 1814 in London zur Bronzirung thönerner Geräthe verwandte), so gibt dieses die Mattvergoldung; vergl. Kunst- und Gewerbeblatt des polytechn. Vereins f. d. Königr. Bayern. Jahrg. 1848. Heft 3, S. 202 ff. Ebendaselbst, S. 198, wird erzählt, daß es jüngst in einer chem. Fabrik, beim Umschmelzen eines bläulichgrauen Restes von, nach Liebig bereitetem KKy (S. 959) zu einer heftigen Verknallung kam (a. a. O. S. 198), und ebenso auch bei der Bereitung des rothen Kalin-Eisenkyanid (S. 953 Anm.), muthmaßlich, weil sich Kalin-Azotchlorid gebildet hatte; eine K-Verbindung, die auch vielleicht jener Verknallung voranging, über welche Wurzer vor mehreren Jahren hinsichtlich des Kalin berichtete; m. Arch. XVIII, 360. [K scheint mit in Erzeugung begriffenem Azotchlorid sich in ähnlicher Weise verbinden zu können, wie mit CO; (S. 873.) Mattvergoldung gewährt übrigens, ohne vorgängige Verkupferung, Cristophfle zufolge, eine Auflösung von 31 Grm Knallgold, bereitet aus einer verdünnten Goldchlorid-Lösung durch Zusatz von gesättigter Lösung des $KOCO_2$ und dieser folgenden wässrigen Lösung des AH_4O (Aetzammoniak-Hydrat) in einer Lösung von 250 KOHO + 1 Lit. Wasser und 4½ Lit. Blutlauge von 30° B, welchen Zusätzen dann halbstündiges Sieden des ganzen Gemisches zu folgen hat. — Ueber Anwendung der Galvanoplastik auf Abdruck von Zeichnungen aller Art (als Holzschnitt-Vertreter), oder sog. Glyphographie, vergl. Kunst- und Gewerbeblatt ꝛc. a. a. O. Jahrg. 1846 (oder Band XXXII.) 316 u. Jahrg. 1848, S. 130 ff. Ueber Grove's und Gassiots Verfahren, daguerrotypische Platten galvanisch zu graviren, vergl. Erdmann's und Marchand's Journ. XXV. 293 ff. Es eignet sich zwar nicht zur Vermittelung guter Abdrücke, wohl aber trefflich zu endlosen Vervielfältigungen der Abdrücke; es gewährt nur negative Gravirungen.

*) Pettenkofer zufolge kommt das Platin in gleichem Grade verbreitet vor, wie das Gold; alles verarbeitete Silber ist nicht nur Gold-haltig (was schon früher bekannt war), sondern enthält auch Platin. — Als Kolbe KCh-Lösung mit soviel SO_3 versetzt, daß dadurch alles Ch als Hydrochlorsäure hätte ausgeschieden werden können; schied sich in dieser Lösung, da man sie mit den Poldrähten einer Volta'schen Batterie in Verbindung gesetzt hatte, an der Anode nicht Ch aus, sondern bildete sich hier (also nicht in einer alkalischen, sondern in einer entschieden sauren Flüssigkeit) zunächst chlorsaures und dann oxychlorsaures Kali. Ohne Zusatz von Säure erfolgt neben Ch-Ausscheidung zugleich auch Entstehung von etwas chlorsaurem Kali; wahrscheinlich, weil anfänglich noch freies KO auf das entlassene wassrige Ch einwirkte. Als K. eine wasserarme Salmiak-Lösung als Schließungsbogen anwandte, erhielt er an der Anode weder O noch Ch, wohl aber an der Kathoden-Platinplatte, in Form kleiner Oeltropfen, durch Berührung beider Poldrähte leicht verknallendes Azotchlorid. —

Sonst bediente man sich zu galvanoplastischen Erzeugnissen (S. 212, 222), neben der durch Zusatz von Kupfervitriol-Krystallen stets gesättigt erhaltenen Lösung dieses Salzes, statt des gelösten $ZnOSO_3$: stark verdünnter Schwefelsäure (gegen 1 Gewichtstheil Säure von 1,85 Eigengew. 40 Wasser). Daß bei Herstellung galvanoplastischer Gebilde der Graphit durch Kohle vertreten werden kann, und daß man solchen Weges geformte Thonmassen, die aus Thon und gänzlich oder unvollkommen hergestellten Erzmetallen (PbO oder dessen essigs. Salz; Fe_2O_3 2c.) durch Ankneten mit Fettöl und Ausglühen unter Luft-Ausschluß bereitet worden, werde leicht mit Erzmetallen (Cu, Au 2c.) überkleiden können, steht nicht zu bezweifeln. Nach Planiava's Verfahren, metallisch glänzend dargestelltes Glas (m. Arch. f. d. ges. Naturl. XXV, 392; XXVII, 309), dürfte vielleicht, ohne zuvor mit falschem Blattgold beklebt worden zu seyn, unmittelbar galvanisch überkupfert, vergoldet 2c. werden können. Galvanisch vergoldete Kupferdrähte können bei wissenschaftlichen galv. Versuchen Gold- wie Platin-Drähte vollkommen genügend vertreten. Ob es, unter Vermittelung von Graphit, möglich wird: Gespinnste, Horn- und Elfenbein-Gebilde, gestalteten Papierstampf (Papier maché) 2c. zu vergolden, und ob es gelingen würde, statt Bronze, galvanoplastischen Weges Glockengut zu erzeugen, gußeiserne Glocken, ohne Nachtheil für ihren Klang zu vergolden (Versilberung derselben dürfte zweifelsohne in dieser Hinsicht nachtheillos ausfallen) 2c. steht zu versuchen. Zu übersehen ist übrigens nicht, daß es Osann schon vor 8 Jahren gelang, auf gewöhnlichem Wege (durch

Daß man bei Errichtung von Schönbein's Gußeisen-Batterie (S. 1785 ff.) durch Festigung von etwas Zink, an die von Azotsäure nicht berührte Gußeisen-Außenfläche, die elektronegative Wirksamkeit dieses Gußeisen-Cylinders, und ebenso die der gußeisernen, zum Abdampfen von Schwefelsäure bestimmten Kessel 2c. erhöhen kann, hat sich mir mittlerweile vollkommen bestätigt. In ähnlicher Weise macht man bleierne Wasserleitungs-Röhren (deren äußeren Zink-Beleg man durch Ueberziehen mit Pech, das noch heiß mit Ziegelmehl bestäubt worden, gegen Angriff der Erdfeuchtigkeit schützen kann) und Wassersammlungs-Behälter (Cisternen) unfähig sich zu oxydiren, und somit unschädlich. Andere schrauben zu gleichem Zwecke Zinkröhren-Stücke an die Bleiröhre fest, lösen sie dann von Zeit zu Zeit ab [was aber mehr oder weniger kostspielig wird, wenn die Bleiröhren in der Erde lagern] und reinigen sie. — Ueber verschiedene galvanoplastische Vorrichtungen und denselben entsprechende Erzeugnisse, vergl. auch Frz. v. Kobell: Die Galvanographie. München, 2te Aufl. 1846. Dr. Ch. H. Schmidt's (in Commiss. bei C. G. Schmidt) vor einigen Jahren zu Leipzig erschienene Schrift: Die Benützung der Galvanoplastik für technische Zwecke. 8. Von demselben erschien auch: Beschreib. aller neuerfundenen magneto-elektrischen und elektro-magnetischen Maschinen für Gewerbtreibende. Ebendas. Ueber des Herzogs von Leuchtenberg Verfahren: die Menge des zu galvanoplastischen Vergoldungen benützten Goldes zu bestimmen; vergl. das Kunst- und Gewerbeblatt des polytechn. Vereins für das Königreich Bayern. Bd. XXXII, 154.

Wachsform wandte der Verf. dieses Hdbs. mit gutem Erfolge Lettermetall an, u. als Vertreter des Graphit: feinsten Gußeisen-Bohrstaub. Jenes S. 1803 erwähnte Metallgemisch schmilzt bei 86° C. und zeichnet sich für diesen Zweck vor den Rose'schen und Darcet'schen leichtflüssigen (bei 78° bis 80° C. schmelzenden) Legirungen vorzüglich dadurch aus, daß es sie an Feinkörnigkeit des Gefüges übertrifft, indem jene Gemische stets grobkörnig krystallinische Theilchenstellung darbieten. *)

Sieden, Zusatz von Aetzkali und Blutlauge in eine von KCh begleitete gemischte, Goldcyanid-haltige Auflösung, um. Das Ergebniß solcher Verrichtung ist eine glanzmatte Vergoldung; war dagegen letzterer die galvanoplastische Verkupferung in aufgelöstem CuKy, bereitet durch Ausfällung von $CuOSO_3$ durch KKy und Uebersetzung mit demselben vorangegangen, und zugleich neben Gold-Kyanid auch Knallgold angewendet worden (was man bereits 1814 in London zur Bronzirung thönerner Geräthe verwandte), so gibt dieses die Mattvergoldung; vergl. Kunst- und Gewerbeblatt des polytechn. Vereins f. d. Königr. Bayern. Jahrg. 1848. Heft 3, S. 202 ff. Ebendaselbst, S. 198, wird erzählt, daß es jüngst in einer chem. Fabrik, beim Umschmelzen eines bläulichgrauen Restes von, nach Liebig bereitetem KKy (S. 959) zu einer heftigen Verknallung kam (a. a. O. S. 198), und ebenso auch bei der Bereitung des rothen Kalin-Eisenkyanid (S. 953 Anm.), muthmaßlich, weil sich Kalin-Azotchlorid gebildet hatte; eine K-Verbindung, die auch vielleicht jener Verknallung voranging, über welche Wurzer vor mehreren Jahren hinsichtlich des Kalin berichtete; m. Arch. XVIII, 360. [K scheint mit in Erzeugung begriffenem Azotchlorid sich in ähnlicher Weise verbinden zu können, wie mit CO; (S. 873.) Mattvergoldung gewährt übrigens, ohne vorgängige Verkupferung, Christophle zufolge, eine Auflösung von 31 Grm Knallgold, bereitet aus einer verdünnten Goldchlorid-Lösung durch Zusatz von gesättigter Lösung des $KOCO_2$ und dieser folgenden wässrigen Lösung des AH_4O (Aetzammonial-Hydrat) in einer Lösung von 250 KOHO + 1 Lit. Wasser und $4^1/_2$ Lit. Blutlauge von 30° B, welchen Zusätzen dann halbstündiges Sieden des ganzen Gemisches zu folgen hat. — Ueber Anwendung der Galvanoplastik auf Abdruck von Zeichnungen aller Art (als Holzschnitt-Vertreter), oder sog. Glyphographie, vergl. Kunst- und Gewerbeblatt rc. a. a. O. Jahrg. 1846 (oder Band XXXII.) 316 u. Jahrg. 1848, S. 130 ff. Ueber Grove's und Gassiots Verfahren, daguerrotypische Platten galvanisch zu graviren, vergl. Erdmann's und Marchand's Journ. XXV. 293 ff. Es eignet sich zwar nicht zur Vermittelung guter Abdrücke, wohl aber trefflich zu endlosen Vervielfältigungen der Abdrücke; es gewährt nur negative Gravirungen.

*) Pettenkofer zufolge kommt das Platin in gleichem Grade verbreitet vor, wie das Gold; alles verarbeitete Silber ist nicht nur Gold-haltig (was schon früher bekannt war), sondern enthält auch Platin. — Als Kolbe KCh-Lösung mit soviel SO_3 versetzt, daß dadurch alles Ch als Hydrochlorsäure hätte ausgeschieden werden können; schied sich in dieser Lösung, da man sie mit den Poldrähten einer Volta'schen Batterie in Verbindung gesetzt hatte, an der Anode nicht Ch aus, sondern bildete sich hier (also nicht in einer alkalischen, sondern in einer entschieden sauren Flüssigkeit) zunächst chlorsaures und dann oxychlorsaures Kali. Ohne Zusatz von Säure erfolgt neben Ch-Ausscheidung zugleich auch Entstehung von etwas chlorsaurem Kali; wahrscheinlich, weil anfänglich noch freies KO auf das entlassene wassrige Ch einwirkte. Als K. eine wasserarme Salmiak-Lösung als Schließungsbogen anwandte, erhielt er an der Anode weder O noch Ch, wohl aber an der Kathoden-Platinplatte, in Form kleiner Oeltropfen, durch Berührung beider Poldrähte leicht verknallendes Azotchlorid. —

Sonst bediente man sich zu galvanoplastischen Erzeugnissen (S. 212, 222), neben der durch Zusatz von Kupfervitriol-Krystallen stets gesättigt erhaltenen Lösung dieses Salzes, statt des gelösten $ZnOSO_3$: stark verdünnter Schwefelsäure (gegen 1 Gewichtstheil Säure von 1,85 Eigengew. 40 Wasser). Daß bei Herstellung galvanoplastischer Gebilde der Graphit durch Kohle vertreten werden kann, und daß man solchen Weges geformte Thonmassen, die aus Thon und gänzlich oder unvollkommen hergestellten Erzmetallen (PbO oder dessen essigs. Salz; Fe_2O_3 ꝛc.) durch Ankneten mit Fettöl und Ausglühen unter Luft-Ausschluß bereitet worden, werde leicht mit Erzmetallen (Cu, Au ꝛc.) überkleiden können, steht nicht zu bezweifeln. Nach Planiava's Verfahren, metallisch glänzend dargestelltes Glas (m. Arch. f. d. ges. Naturl. XXV, 392; XXVII, 309), dürfte vielleicht, ohne zuvor mit falschem Blattgold beklebt worden zu seyn, unmittelbar galvanisch überkupfert, vergoldet ꝛc. werden können. Galvanisch vergoldete Kupferdrähte können bei wissenschaftlichen galv. Versuchen Gold- wie Platin-Drähte vollkommen genügend vertreten. Ob es, unter Vermittelung von Graphit, möglich wird: Gespinnste, Horn- und Elfenbein-Gebilde, gestalteten Papierstampf (Papier maché) ꝛc. zu vergolden, und ob es gelingen würde, statt Bronze, galvanoplastischen Weges Glockengut zu erzeugen, gußeiserne Glocken, ohne Nachtheil für ihren Klang zu vergolden (Versilberung derselben dürfte zweifelsohne in dieser Hinsicht nachtheillos ausfallen) ꝛc. steht zu versuchen. Zu übersehen ist übrigens nicht, daß es Osann schon vor 8 Jahren gelang, auf gewöhnlichem Wege (durch

Daß man bei Errichtung von Schönbein's Gußeisen-Batterie (S. 1785 ff.) durch Festigung von etwas Zink, an die von Azotsäure nicht berührte Gußeisen-Außenfläche, die elektronegative Wirksamkeit dieses Gußeisen-Cylinders, und ebenso die der gußeisernen, zum Abdampfen von Schwefelsäure bestimmten Kessel ꝛc. erhöhen kann, hat sich mir mittlerweile vollkommen bestätigt. In ähnlicher Weise macht man bleierne Wasserleitungs-Röhren (deren äußeren Zink-Beleg man durch Ueberziehen mit Pech, das noch heiß mit Ziegelmehl bestäubt worden, gegen Angriff der Erdfeuchtigkeit schützen kann) und Wassersammlungs-Behälter (Cisternen) unfähig sich zu oxydiren, und somit unschädlich. Andere schrauben zu gleichem Zwecke Zinkröhren-Stücke an die Bleiröhre fest, lösen sie dann von Zeit zu Zeit ab [was aber mehr oder weniger kostspielig wird, wenn die Bleiröhren in der Erde lagern] und reinigen sie. — Ueber verschiedene galvanoplastische Vorrichtungen und denselben entsprechende Erzeugnisse, vergl. auch Frz. v. Kobell: Die Galvanographie. München, 2te Aufl. 1846. Dr. Ch. H. Schmidt's (in Commiss. bei C. G. Schmidt) vor einigen Jahren zu Leipzig erschienene Schrift: Die Benützung der Galvanoplastik für technische Zwecke. 8. Von demselben erschien auch: Beschreib. aller neuerfundenen magneto-elektrischen und elektro-magnetischen Maschinen für Gewerbtreibende. Ebendas. Ueber des Herzogs von Leuchtenberg Verfahren: die Menge des zu galvanoplastischen Vergoldungen benützten Goldes zu bestimmen; vergl. das Kunst- und Gewerbeblatt des polytechn. Vereins für das Königreich Bayern. Bd. XXXII, 154.

Zn oder Fe) aus gelösten Kupferoxyd-Salzen gefälltes, metallisches Kupfer zu festen Gebilden zusammenzupressen, und daß ähnlichen Weges auch andere Erzmetalle zu dauerbaren festen Gebilden sich verbinden lassen. *)

---

*) Die verhältlich große Menge von Pallad, welche jetzt technisch benützt wird [da man es in England in großer Menge aus Brasilianischem Goldstaube scheidet, nämlich 5 bis 6 Procent], macht es möglich, unedle Metalle zu verpalladen, was in vielen Fällen zweckmäßiger seyn dürfte, als es zu versilbern, weil Pd (das man bereits zu Impfnadeln, Thermometerscalen ꝛc. anwendet), sich an der Luft und im Wasser weißglänzend (fast silberweiß) erhält, auch wenn die Luft HS enthalten sollte. Da Letzteres beim Silber nicht der Fall ist, so hat man sich des Pd schon seit längerer Zeit zu solchen astronomischen Instrumenten bedient, welche, um genaues Sehen, z. B. von Eintheilungszeichen, Graden ꝛc. möglich zu machen, weiß seyn müssen, ohne dabei, gleich dem Ag, mit der Zeit anzulaufen; wie denn z. B. der getheilte Kreisbogen auf dem Mural-Kreise der Greenwicher Sternwarte aus Pd besteht. Erhitzt läuft das Pd zunächst violett an (was beim Erkalten größtentheils wieder verschwindet), dann, bei Dunkelrothgluth stahlblau, worauf bei Hellrothgluth wieder Entfärbung folgt — wahrscheinlich, weil es das zuvor eingesogene O wieder entläßt, das ihm aber verbleibt, wenn es z. B. durch Eintauchen in kaltes Wasser, schnell abgekühlt worden. Es ist schweißbarer und schmiedbarer als Platin, verbindet sich leicht mit Carbon, wie es denn z. B. in Weingeistflamme gehalten sich mit Pd-haltigem Ruß beschlägt, und im Kohlentiegel geschmolzen eine spröde, unter dem Hammer bei Glühhitze „weißen Rauch" entlassende Masse giebt. Es steht hinsichtlich jener C-Bindung dem Fe und Mn zur Seite; denn ersteres erzeugt mit Si ꝛc. chemisch, und zugleich mit C wahrscheinlich, gleich dem natürlichen Graphit, nur innigst physisch verbunden, den Hohofen-, letzteres durch Schmelzung im Kohlentiegel den Mangan-Graphit, der sich, Wollaston zufolge, auch aus übergarem Gußeisen (S. 348 ff.) abscheidet. Uebrigens macht das chemische Verhalten des Pd es in Fällen leicht kenntlich, in welchen es darauf ankommt, angebliche Pallad-Geräthe als solche zu erkennen; denn dampft man einige Tropfen in Alkohol gelöstes Jod auf Pd-Flächen ab, so verbleibt eine schwarze Stelle, was z. B. bei Pt nicht der Fall ist. Außerdem löst es sich ohne Gasentwickelung in Azotsäure schnell auf; Zusatz von AH_4OCO_2 und ebenso von bei Glühhitze geschmolzenem $KOAO_5$ entfärben die braune Auflösung, ohne sie zu trüben. Bildet man eine galv. Kette mit Zwischenraum, einerseits aus in Kali-Lösung tauchendem Stabeisen, andererseits aus in Azotsäure-Hydrat gesenktem Platin, indem man beide Flüssigkeiten durch einen Wasser-Bogen und beide Metalle mit ihren aus den Flüssigkeiten hervorragenden Enden unter sich in Verbindung setzt, so zeigen sich bald am Fe (als an der Anode) O-Gasbläschen, ohne daß es hiebei zur Oxydation des Fe kommt; ebenso wie Fe, verhält sich aber hiebei auch Pd, wenn es Fe vertritt; desgleichen, jedoch noch mehr elektropositiv werden Au, Ni, Co und Sn, weniger Pt und Graphit, während Ag, Cu, Sb, Bi, Pb, Cd und Zn neben der Entwickelung des O-Gases sich auch oxydiren (Ag und Pb zu Hyperoxyden). Läßt man jedoch in obigem Fall die Stelle des Stabeisens durch Gußeisen vertreten, so erscheint dort, Poggendorff zufolge, statt O-Gas: Eisensäure (FeO_3), nämlich zur rothen Flüssigkeit gelöstes eisensaures Kali, dessen Fe jedoch bald (durch Zersetzung von $2FeO_3$) in Fe_2O_3 und O_3 zerfällt. (Poggend. vermuthet, daß FeO_3 vielleicht den Amethyst färbe?) — Grove zweifelt daran, daß man, Behufs der Herstellung daguerrotypischer Gravirungen (oben S. 1806 Anm.) Flüssigkeiten finden werden, welche nur die dunkeln (Ag-) und nicht die hellen (Mr-)

*) Ueber das Geschichtliche der Erregung des Metall-Magnetismus: in Eisen und Eisen-haltigen Gesteinen durch den Blitz, so wie im Stahl und im Eisen durch Reibungs-Elektricität, und insbesondere durch Entladungsschläge von Leydener Flaschen, s. m. Experimentalphys. I, 417. 420; II, 159. 161, sowie über Oersted's im Jahre 1819 hervorgegangene und 1820 veröffentlichte Entdeckung des Elektromagnetismus, dann über die bald darauf erfolgte Erfindung des Multiplicators oder Galvanometers durch Schweigger und Poggendorff (S's elektromagnetische Schleife und P's elektromagnetischer Condensator), und über die hieher gehörigen Versuche, Beobachtungen und Folgerungen eines Arago, Ampère, Baumgartner, Becquerel, Berzelius, Biot, Böckmann, Buch, Colladon, Humphry Davy, de la Rive, Dulk, Erman, v. Ettinghausen, Faraday, Gilbert, Marianini, Muncke, Neeff, Nobili, Oersted (geb. 1777 auf der dänischen Insel Langeland), Ohm, (geb. 1792 zu Erlangen), Pepi, Pfaff, Poggendorff, Pohl, Prechtl, Savart, Schweigger, Sturgeon, Watkins, Wollaston und v. Yelin, so wie des Verf. dieses Hdbs vergl. a. a. O. und m. Grundz. II, 381—403, 421 ff. und 388. Die späteren Förderer dieses Theiles der Elektricitätslehre sind grösseren Theils schon im Vorhergehenden genannt worden. Hinsichtlich der im Nachfolgenden berührten Verhältnisse der magnetischen Anziehung und Abstoßung, so wie der des Erdmagnetismus zu denen in wagrechter und zu jenen in senkrechter Richtung freibeweglichen Magnetnadeln, d. i. zu Abweichungs- und zu Neigungs-Nadeln (zu Declinatorien und Inclinatorien); vergl. oben S. 124 und 272—273, 764, 888, 1657, 1703, 1706, 1721, 1722, 1726 u. 1765 Anm. Deutsche Physiker, und ebenso alle Seefahrer und Sandwüsten-Durchreisende, nennen Nordpol einer frei schwebenden Abweichungs-Magnetnadel deren nordwärts gerichtetes, und Südpol das diesem entgegengesetzte Ende; da jedoch der dem magnetischen Nordpol der Erde zugewendete Nadeltheil dem Erdnordpol-Werth entgegengesetzt magnetisirt seyn muß, so haben Manche (insbesondere Franzosen und Engländer) die Nadelenden-Benennung umgekehrt, und nennen Südpol, was nach Norden weiset, und Nordpol, was wir Südpol heißen.

λ) Befindet sich der Schließungsbogen einer galvanischen (einfachen oder zusammengesetzten) Kette, über oder unter einer, in wirklicher oder nahe wagrechter Richtung frei schwebenden Magnetnadel,

---

Stellen angreife, was, gelänge es, positive Gravirungen möglich machen und damit sein und Gassiot's zuvor gedachtes Verfahren wesentlich verbessern würde: weil beide Metalle im elektrischen Verhalten einander sehr nahe stehen; indessen ist doch der Fall denkbar, daß, so wie man Silber-Kupfer, unter Rücklassung des Kupfers auflösend zu scheiden vermag, man auch Mittel finden könne, Ag von Mr in ähnlicher Weise zu trennen.

derselben gleich gerichtet, so wird letztere, von ihrer nord-südlichen Richtung, durch ersteren mehr oder weniger ostwestlich abgelenkt, wie Solches Oersted zuerst an einem metallenen Schließungsdraht wahrnahm, und wie es sich später auch an jedem diesen Draht vertretenden Leiter nachweisen ließ; *) da sich dann zugleich zeigte, daß solche Ablenkung der Magnetnadel durch jeden Theil des Schließungsbogens, Stelle für Stelle, in gleicher Größe (und wie man jetzt weiß, in Absicht auf elektromotorische Kraft und Widerstand dem Ohm'schen Gesetze gemäß) erfolge, daß mithin, nennt man die sich also bethätigende Ursache der Ablenkung elektromotorische Kraft, diese in dem Schließungsbogen durchgängig dieselbe sey. Besteht dieser aus einem Kupferdraht, der über der Magnetnadel, ihr gleich gerichtet (d. i. in dem magnetischen Meridian **) liegt, und

*) An den wässrig-flüssigen Leitern, nach Maaßgabe ihrer Leitungsgüte: daher an dergleichen Säuren im größeren Maaße, als an dergleichen Alkalien und Salzen, und an letzteren beiden wiederum im größeren Verhältniß bei den gesättigten Lösungen, als bei den nicht gesättigten, und aus gleichem Grunde z. B. am geschmolzenen $KOSO_3$ gar nicht, weil dieses als Glied der galv. Kette alle von deren Leitung abhängige Wirksamkeit sogleich unterbricht. Daß Gleichmäßigkeit solcher Einwirkung nur durch beharrlich andauernde galv. Ketten möglich wird, folgt schon aus S. 1804. Ebenso auch: daß jede auf nicht galv. Wege erzeugte elektrische Vertheilungsreihe (oder Strömung) auf die Ablenkungsnadel wirkt, wie die galvanisch entstandene, aus S. 1746 ff. Daher kann man auch mittels einer geladenen Leydener Flasche in dieser Hinsicht eine galv. Kette vertreten machen, wenn man sie nur in den Stand setzt, eine hinreichende Zeit hindurch ihre Entladungsströmung in einem Drahte im Gange zu erhalten, der zur Ablenkungsnadel gestellt ist, wie der galv. Schließungsdraht, was Statt hat, wenn man z. B. zwischen denen mit dem Schließungsdraht-Vertreter verbundenen beiden Belegen Glasröhren mit Wasser einschiebt.

**) Hatte man einen durchgängig gleich geformten (gleich schmalen, gleich dicken 2c., eckig oder kreisig oder anderweit krummlinig begränzten) Stahlstab, oder — wie man dergleichen für nachfolgenden Zweck bestimmte Stäbe zu nennen pflegt — eine Stahlnadel an einem Faden, der sie genau in ihrem Schwerpunkte unterstützt (mithin entsprechend einem freischwebenden gleicharmigen Hebel; S. 343) aufgehängt und macht sie hierauf magnetisch, z. B. durch Streichen mit einem Magnete, so kommt sie, nach einigem Schwanken, wie es das Ansehen hat: von selber in eine Schwebrichtung, welche, wird der Versuch in Deutschland veranstaltet, von Nord-Nordwest nach Süd-Südost weiset, die aber zugleich auch darthut, daß die Nadel, als doppelarmiger Hebel, ihr Gleichgewicht verloren hat; denn ihr nordwärts gerichtetes Ende senkt sich, und zwar nach und nach in solchem Maaße, daß es mit dem Horizonte (S. 234 Anm.) einen Winkel von fast 70 Graden bildet; die senkrechte Ebene aber, in welcher dann die Nadel schwebt, wird der magnetische Meridian (des Ortes der Nadel) genannt; da man das dabei nordwärts gerichtete Ende der Nadel ihren Nordpol, das andere, nach Süden weisende, ihren Südpol nennt, und daß jener Winkel, welchen der magnetische Meridian mit dem astronomischen oder geographischen (S. 153 u. 236 Anm.), macht, die Abweichung oder Declination und jener, welchen die Längenaxe (die beiden Pole mit einander verbindend, die magnetische Axe genannt wird) der Nadel mit dem Horizonte macht, die Neigung oder Inclination heißt, ist bereits S. 272 ff. berührt worden. Ent-

ist der sog. elektrische Strom in ihm von Süd nach Nord gerichtet (was man bewirkt, indem man das Südende des Kupferdrahts mit dem

---

fernt der auf der nördlichen Erdhälfte Wohnende von seinem Wohnorte sich südwärts, so gelangt er endlich an einen Ort, wo die Magnetnadel (eines sog. Inclinatoriums) keine Neigung zeigt; stellt man sich alle seitlich westwärts und ostwärts solchen Ortes liegende Orte ohne Neigung ihren Mittelpunkten nach zu einem größten, die Erde umspannenden Kreise verbunden vor, so giebt dieses den magnetischen Gleicher oder Aequator der Erde, der mit dem geographischen nicht zusammenfällt, sondern ihn, jedoch in verschiedenen Abständen unter nicht gleichen Winkeln schneidet; beiläufig 28 geogr. Längengrade westlich von Paris, im atlantischen Ocean, erreicht er seine größte südliche Breite, da er dann um 14° südwärts vom geogr. Erd-Aequator fern't, nähert diesem sich weiter westlich, und erreicht ihn 120° westwärts von Paris, streicht von hier aus aber nicht nordwärts, sondern auf's Neue südlich und erreicht so, unter 160° westlich von Paris sein zweites südliches Abweichungs-Größtes oder Maximum bei 3° 71'. Hat er ferner im 174sten Längengrade den Erd-Gleicher geschnitten, so streicht er von hier aus nördlich dieses Gleichers, unter 18° östlich von Paris jenen geogr. Gleicher zum zweiten Male schneidend; 44 Grade, weiter östlich von Paris (also unter dem 62sten östlichen Längengrade von der Pariser Sternwarte), beträgt seine nördliche Breite 11° 47'; von dort, 68° weiter ostwärts (also unter 130° östlicher Länge von Paris), 8° 57' und 20° dergleichen Grade weiter, mithin 150° östlich von Paris nur noch 7° 44'. Parry bestimmte den (Nordamerikanischen) Magnetpol der Erde, auf seiner zweiten, in den Jahren 1822 und 1823 vollbrachten Erdforschungsreise, auf 71° bis 72° nördl. Breite und 99° westl. Länge von Greenwich; auf seiner dritten, 1824 bis 1825 gemachten, zu Port-Bowen, auf 70° nördl. Breite und 90° westl. Länge, hinzufügend: daß dieser Pol, wie es Hansteen's Voraussetzung fordere, seit dem Jahre 1819 um 1° 6' — also jährlich um 11' ostwärts fortrücke. Hansteen hielt nämlich Halley's Annahme, daß die Erde nicht eine, sondern zwei magnetische Axen darbiete, für eine durch zahlreiche Beobachtungen gerechtfertigte (vergl. m. Grundz. II, 329 ff.). Gauß zeigte jedoch, daß es nur eine magnetische Erdaxe geben könne. Capt. James Roß beobachtete auf der in den Jahren 1829—1833 vollbrachten Forschungsreise die Neigungsnadel an einer Stelle, wo sie bis auf eine Minute senkrecht schwebte; diese Stelle lag unter 70° 5' 17'' nördl. Breite und 96° 45' 18'' westl. Länge, ob jedoch die Nadel der senkrechten Richtung wirklich so nahe sich befand, steht noch in Frage, weil eine lothrechte Richtung zu bestimmen für seine Beobachtungslage mit beträchtlichen Schwierigkeiten zu kämpfen hat. Der Umfang jener Stelle, an der die Nadel oben gedachte Stellung darbot, beträgt R. zufolge eine englische Meile. Schon Monge bemerkte, daß zwischen den Polareismassen die Compaßnadel keine Polarität zeige; Crell's Annalen 1790, I, 148. Auch einem magnetischen Südpol ist man in neuerer Zeit, nicht fern vom geogr. Südpol, nahe gekommen. Jene Linien, welche Erdenorte von gleicher Nadel-Neigung verbinden, heißen „magnetische Parallellinien" oder, gewöhnlicher: isoklinische; und jene Karten, welche diese Linien nachweisen: Inclinations-Karten; Hansteen entwarf die erste der Art im Jahr 1780; daß sie nur für bestimmte Zeitdauern gültig seyn können, folgt aus dem Vorhergehenden. Die Stärke der magnetischen Wirksamkeit der Erde, oder die Intensität des Erdmagnetismus, die, hierin der Erdschwere (aber aus ganz verschiedenen Gründen) ähnlich, vom magnetischen Aequator nach den Polen hin abnimmt und sich, Forbes zufolge, für denselben Ort um so mehr mindert, je weiter man sich aufwärts von ihm entfernt (Biot und Gay-Lussac fanden sie bei einer Luftball-Höhe von beiläufig 3000 Toisen nicht merklich vermindert; Sacharow

+E-Pol einer Volta'schen Batterie, das Nordende mit dem —E-Pol derselben verbindet), so wird der Nordpol der Nadel westlich

---

wollte bei ähnlicher Erhebung eine Umkehrung der Nadel — so daß ihr Nordende nach Süden wies und umgekehrt — bemerkt haben; m. Meteorol. I. 65, 259, 263; II. 91, 113, 419 und 513) soll, Forbes zufolge, bei 3000 Fuß Erhebung über mittlere Meerspiegel-Höhe 0,001 betragen. Linien, welche Orte (Punkte) von gleicher Stärke (Intensität) des Erdmagnetismus verbinden, werden isodynamische genannt; sie weichen von den isoklinischen etwas ab, und sind als solche bezeichnet auf den hieher gehörigen Karten Hansteen's und des franz. Schiffs-Capitain Duperrey, welche letztere von Berghaus, in der IV. Abtheilung seines physikal. Atlas (unter Nr. 1 u. 2) wieder veröffentlicht worden. Der Entwerfung dieser ausgezeichnet veranschaulichenden Karten liegen theils D's eigene Beobachtungen, theils die eines Böck, Dux, Erman, Keilhau, King, Kupffer und Litke zu Grunde. Es werden übrigens alle nicht auf dem Meere wechselörtlich, sondern auf dem Lande andauernd durchzuführenden, den Erdmagnetismus betreffenden Beobachtungen am sichersten veranstaltet in Aufenthaltszimmern sog. magnetischer Häuschen, die, als solche an sich und in Absicht auf nächste Umgebungen frei von allem Eisen sind. Zur Bestimmung der Neigung kann, statt der gewöhnlichen, langen, stählernen Neigungsnadeln (die als solche, in ihrer Mitte mit einer sie senkrecht durchsetzenden Queraxe versehen, durch diese sich in den Stand gesetzt finden, in senkrechten Ebenen ungehindert beweglich zu seyn) zwar Scoresby's Magnetometer, mit sicherstem Erfolge jedoch nur W. Weber's Inductions-Inclinatorium, d. i. eine in wagrechter Ebene drehbare Boussole, dienen; zu jener der Abweichung am besten: das Gauß'sche Magnetometer, bestehend aus großen Magnetstäben, die, an Bündeln (Strehnen) ungedreheter, einfacher Seidenfäden aufgehängt worden, während ein zugehöriger Spiegel das Bild einer entfernten Scale in das Innere eines gleich entfernten Teleskops wirft. Eine leichter benutzbare Vorrichtung erfand Weber, und eine noch vorzüglichere erfanden darauf gemeinschaftlich Gauß und Weber; sie ist leicht verpackbar und so geeignet, auf Reisen mitgenommen werden zu können. Bei Fertigung der Abweichungs-Nadeln, und daher auch bei jener der Schiffs-Compasse oder Orientir-Nadeln und der Boussolen (S. 155 u. 1703; erstere dienen zum Finden der zu bestimmten Orten führenden linearen Weltgegend-Richtung, letztere hauptsächlich zu genauen Winkelmessungen) darf der Einfluß der Neigung nicht unbeachtet bleiben; aus diesem Grunde findet man dergleichen zum Gebrauche für Gegenden der magnetisch nördlichen Erdhälfte bestimmte Abweichungs-Nadeln an ihrer nördlichen Hälfte um Etwas weniger gewichtig, und bei denen für die magnetisch südliche Erdhälfte die südliche Nadelhälfte etwas leichter als die entgegengesetzte, oder statt dessen diese entgegengesetzte Nadelhälfte, durch ein messingenes oder besser durch ein dergleichen vergoldetes, fest anliegendes Metallband um Etwas beschwert, da jedoch die Neigung der Magnetnadel eine nicht nur von der geogr. Breite (und Länge; sofern diese, östlich oder westlich, von der magnetischen Erdaxe mehr oder weniger fernt), sondern auch von der Zeit abhängig ist — weil die Intensität des Erdmagnetismus allgemeinen Wechseldauern unterworfen erscheint, die mitunter auch für einzelne Gegenden, durch innere Veränderungen in dem zugehörigen sog. Erdrinden-Theil, besondere Werthe erlangen dürften — so ist es zweckmäßiger, auf der nördlichen Erdhälfte die südliche, auf der südlichen die nördliche Nadelhälfte mit einem fest anschraubbaren Laufgewichte zu versehen, um so, nach Maaßgabe der obwaltenden Inclination, rechtzeitig die Nadel in's Hebel-Gleichgewicht bringen zu können. Die Schiffs- oder See-Compasse bestehen, ihrer Hülle nach, gewöhnlich aus halbkugligen eisenfreien Messing-Behältern, die mittelst Zapfen in dergleichen Ringen (nach Art der Rolllampe und der v. Bohnenberger'schen Vorrichtung zur Erläuterung des „Vorrückens der Nachtgleichen" S. 255 ff.) hängen

abgelenkt; befindet sich dagegen der Kupferdraht unter der Nadel, so erfolgt dessen Ablenkung ostwärts. Denkt man sich, mit Ampère

und unten so belastet sind, daß sie beim Schwanken des Schiffes, ihrer sie oben schließenden Glasplattenfläche nach, stets eine wagrechte Oberfläche und mithin auch eine immer wagrechte Stellung der (an beiden Enden zugespitzten) Magnetnadel darbieten. Sie finden sich von einem Kreise umgeben, der, in 360 Grade getheilt, zunächst in die 4 Weltgegenden und, nach Art der Windrose (S. 153 Anm. u. 231) in 32 Windstriche, und bei denen für den Bergbau bestimmten Markscheide-Compassen: in 24 ganze und deren Achtel-Stunden zerfällt. Segelt das Schiff in einer Richtung, in welcher sich sein Kiel der Nadel parallel findet, so streicht seine Richtung, der Abweichungsnadel entsprechend, entweder gegen Mitternacht oder gegen Mittag (nördlich oder südlich), macht dagegen die Kielrichtung mit der Nadel einen Winkel, so geht seine Fahrt mehr oder weniger gegen Morgen oder gegen Abend (östlich oder westlich). Als Erfinder des Compasses (S. 1703) wird gewöhnlich genannt Flavio Gioga (aus dem Dorfe Pasitano, ohnweit Amalfi, im Königreich Neapel), der mit seinem, nach den Weltgegenden in 8 Striche getheilten Compaß im Jahr 1302 hervortrat; indessen weiß man, daß die Araber schon im Jahr 1153 und früher noch die Chinesen [und noch früher wahrscheinlich die Indier], von ähnlichen Vorrichtungen Gebrauch machten; daß dergleichen auch den nordeuropäischen Seefahrern bekannt waren, wird aus hieher gehörigen geschichtl. Mittheil. wahrscheinlich; m. Arch. IV, 467 ff. Um die Compaßnadel gegen störende Einflüsse des Schiffs-Eisens zu schützen, armirten sie bereits Canton [1751], Needham und O'Brin, welcher Letzterer sie dadurch, in Absicht auf Stellungsschwebe, unveränderlich gemacht haben wollte; m. Experimentalphys. II, 151 ff., 161 u. 181. Coulomb zeigte im Jahr 1796, daß alle starre Stoffe mehr oder weniger magnetisch werden, wenn sie, in Form von nur 7 bis 8 Millimeter-Stangen und ¹/₄ bis ¹/₃ mm dicken Cylindern, an Seidenfäden, zwischen den entgegengesetzten Polen zweier starken Magnete aufgehängt erschienen; sie stellten sich dann stets geradelinig zwischen beide Gegenpole. Auch ermittelte er, aus der unter ähnlichen Bedingungen eintretenden Schwingungszahl verschiedener, für unmagnetisch erachteter Körper, die Größe der in ihnen wirksamen magnetischen Kraft; daß jedenfalls alle Stoffe [flüssige wie starre], so lange sie die Wirksamkeit eines Magnets leiten [Isolatoren des Magnetismus giebt es nicht; S. 1703], sich auch magnetisch bethätigen, mithin die magnetisch-polare Bewegung fortpflanzen, folgt schon aus ihrer Leitung; daß sie aber auch ohne jene Magneten-Vermittelung mehr oder weniger selbstständig magnetisch sind, bezeugen nicht nur Coulomb's, sondern auch die später von Hansteen angestellten, hieher gehörigen Versuche, denen gemäß eine hinreichend empfindliche Magnetnadel von den entgegengesetzten Seiten und Enden verschiedener Körper [Bäume, Pfähle, Pfeiler, Mauern rc., Menschen] her in polarisch-ungleiche Anzahlen von Schwingungen versetzt werden, so daß die Nadel an der nördlichen Seite, z. B. nahe der Wurzel eines Baumes, den Füßen eines Menschen, der Grundlage eines Pfeilers rc. öfter schwingt, als auf der südlichen und umgekehrt nahe der Krone des Baumes, der Spitze des Pfeilers, dem Kopfe des Menschen an der südlichen Seite schneller, als an der nördlichen. [Coulomb fand solchen Weges, daß den Körpern beigegebenes Eisen sich bestimmen lasse: durch die Zunahme der Schwingungszahl der Nadel, die mit der Menge des zugesetzten Eisens, bei gleichem Abstande von dem Körper, genau im geraden Verhältnisse steht, und Biot entdeckte so einen dem Silber beigegebenen Eisen-Gehalt, der nur $^1/_{133800}$ des Silbergewichts betrug.] Ließe sich nun nachweisen, daß außer der Erde auch andere, mit der Erde in Gegenstellung gerathende Weltkörper magnetisch wirksam sind, so würde schon daraus sich ergeben, daß alle zur sog. Erdrinde gehörigen Körper, und mithin die ganze Erdrinde selbst, in der Stärke ihres Magnetismus veränderlich seyn müssen, wie solches auch, hinsichtlich des Mondes von Kreil nachgewiesen wurde; denn er fand ihn Einfluß-übend auf die Abänderungen

(der in dieser Weise das Ablenkungsgesetz erläuterte), man schwimme in dem vom Cu zum Zn gerichteten Strom, das Gesicht gegen die

oder Variationen der [Neigungs- wie der Abweichungs-]Nadel, indem der Mond sich dabei südpolarisch bethätigte, woraus folgt, daß seine uns abgewendete Seite nordpolarisch wirksam ist. Den Haupteinfluß auf diese Abänderungen übt aber die Sonne; jedoch nicht, weil sie unmittelbar magnetisch einwirkt [was wahrscheinlich der Fall, aber noch nicht erwiesen ist, S. 179], sondern und hauptsächlich: weil sie die Erde — kraft deren Axen-Drehung, Axen-Neigung — ungleich beleuchtet und ungleich beleuchtend auch ungleich erwärmt, welches Erstere muthmaßlich ungleiche Photoelektrisirung zur Folge hat, während Letzteres wahrscheinlich die ganze sog. Erdrinde in einen, fortdauernder Aenderung seiner Stärke [Intensität] unterliegenden Thermomagnet verwandelt. Zur Bemessung der fortschreitenden Abänderungen der Neigungs- wie der Abweichungs-Nadel, bediente man sich sonst eigenthümlicher, sog. Variations-Nadeln, jetzt mit größerer Bestimmtheit der Gauß'schen und Weber'schen Magnetometer. Daß es sich Seitens des Magnetismus der Erde [S. 378], nur von deren sog. Rinde, d. i. von jenem Erdkörper-Theil handeln könne, welcher von der Erdsoberfläche nur bis zu sehr mäßigen Tiefen reicht, darauf weiset das Verhalten der Magnete bei deren Erhitzung hin; man weiß nämlich, daß jeder natürliche oder künstliche Magnet seinen Magnetismus gänzlich verliert, wenn er bis zur Weißgluth erhitzt wird, ja daß Stahlmagnete durch Sieden in Baumöl gänzlich demagnetisirt werden, und daß schon weit geringere Hitzgrade hinreichen, ihn aufzuheben, wenn er längere Zeit hindurch ihrer Einwirkung unterworfen bleibt. Nun ist aber die Erdwärme in jeder Tiefe von 25 Meter zwar bleibend, d. i. von oben herab nicht minderungsfähig, wohl aber: je tiefer, um so mehr auch zunehmend (S. 176), und schon bei der Tiefe von einer Meile ist die Hitze wahrscheinlich groß genug, Stahl im Fluß zu erhalten, was 1300° C. gleich kommt. Zugleich folgt hieraus, daß ungleiche Außenwärme, welche die Erde trifft, auch ungleich schwächend auf den Magnetismus desjenigen Theiles ihrer äußersten Rinde wirken muß, der die Tiefe von 25 Meter nicht erreicht. Dove sah Vormittags den Nordpol der Nadel sich weiter westwärts richten, also die [westliche] Abweichung wachsen und die Neigung gleichzeitig sich mindern; es wird aber die Morgenseite der Erde Morgens stärker erwärmt, als die Abendseite, mithin auch die auf die Nadel gerichtete magnetische Anziehung der Erde von Morgen her stärker vermindert, als von Abend aus; ebenso ist die Südseite am Tage stärker erwärmt, als die Nordseite, mithin erfolgt auch dort, wo die größere Wärme wirkt, Minderung und auf der entgegengesetzten Seite Mehrung der Stärke des Magnetismus, und aus gleichem Grunde sind auch die Abänderungen [Variationen] beider Nadeln [der Abweichungs- und der Neigungs-Nadel] nächtlicher Weile in der Regel merklich schwächer, als am Tage und in tiefen Erdgruben verschwindend klein. Die westliche Abweichung [des Nordpols] der Nadel erreicht gegenwärtig im mittleren Deutschland gegen 17°; erfahrungsgemäß läßt sich erwarten, daß sie bis zu 18°—19° wachsen, dann aber wiederum langsam abnehmen wird; indessen bewirken hier, wie bei dem Gange der Neigungsnadel, stärkere oder schwächere Abänderungen: meteorische und vulkanische Ereignisse; namentlich Gewitter [jeder Blitz wirkt auf die Nadel, und ebenso der elektrische Funke, transversal-magnetisch], wässrige Niederschläge, Winde [für unsere Gegenden insbesondere Nord- und Nordost, für wärmere Süd- u. Südwest-Stürme; zumal die heißen der Wüsten Afrika's], Erdstöße und Erdbeben, vulkanische Ausbrüche, dann auch: Polarlichte [Nordlicht und Südlicht; S. 136] und Polarscheine; ob auch Höfe [zumal regenbogenfarbige um die Sonne], Lichtsäulen und Regenbogen [unter denen die fast „farblosen des Mondlichts" vielleicht nur in sofern wirken, als Mondmagnetismus die Nadel trifft; Heller's Vorrichtung: um die Einwirkung des Mondlichtes auf den Magnetismus zu zeigen] hieher zu zählen sind, ist zweifelhaft, hingegen sollen hieher gehörige, das Zodiakallicht betreffende, Beobachtungen

Nadel gerichtet, so sieht man, bei geschlossener Kette, den Nordpol der Nadel stets **links** abgelenkt (vorausgesetzt, daß man auf dem Rücken schwimmt, wenn sich der Schließungsdraht unter der Nadel befindet). Beide Ablenkungen treten um so **stärker** ein (meßbar durch einen die Magnetnadel in passender Ferne umspannenden, in 360 Grade getheilten Kreis), je **elektrochemisch-wirksamer** die **Batterie** sich zeigt, und stehen übrigens (**Biot** und **Savart** zufolge), als Gesammtwirkungen der **ganzen Länge des Schließungsdrahts**, im **einfachen verkehrten Verhältniß** der Entfernungen, woraus (dem von **Laplace** geführten mathematischen Beweise gemäß) folgt: daß die **Abnahme** dieser gegen die Magnetnadel gerichteten Wirkung, Seitens **jedes** denkbaren kleinsten **Strom**-Querschnitts oder **Elements** sich **verkehrt verhält**, wie **das Quadrat der Entfernung**. Soll jedoch die Magnetnadel sich für dergleichen Einwirkungen (so wie überhaupt für alle jene Fälle, in welchen es darauf ankommt,

---

als begründet zu betrachten seyn. Muthmaaßlich wirken aber alle diese störenden Einflüsse hauptsächlich nur in sofern, als sie von Elektricitäts-Erregungen, mithin: von sog. **elektrischen Strömen** begleitet erscheinen, welche denen [durch Erdmagnetismus erzeugten] **magneto-elektrischen** sich theils beigesellen, theils sich ihnen entgegen setzen und in letzterer Hinsicht sich ähnlich verhalten jenen der Schließungsbogen galv. Ketten. Daß es übrigens in den tieferen Schichten der Erdrinde selbst auch **örtlich** zu besonders lebhaften thermomagnetischen Strömen zu kommen vermag, wird wenigstens nicht unwahrscheinlich, wenn man erwägt, daß zwei in der elektrischen Spannungsreihe einander sehr nahe stehende Metalle, Platin und Gold, durch Erhitzen an der Verbindungsstelle einen sehr lebhaften thermoelektrischen Strom [S. 1611] erzeugen, der hinreicht, ihn [da dessen Stärke im gewissen Maaße von dem Grade der Hitze abhängig ist] als Hitzmesser, als **Pouillet's** magnetisches Pyrometer, verwenden zu können; die Schmelzpunkte von Au und Pt fernen nämlich von einander um 100° C., denn jener des ersteren tritt ein bei 1200°, der des letzteren bei 1300° C.; setzt man nun zu 100 Gewichtstheilen Au 1, 2, 3 — Pt zu, so erfordert es, um zu fließen, 1201°, 1202° C. — In zwei Linien treffen auf der Erde der magnetische und der astronomische Meridian zusammen. Beide heißen daher **Linien ohne Abweichung** [von der astron. Mittagslinie] und verlaufen, wie folgt. Die eine durchsetzt gleichzeitig den atlantischen Ocean, einen Theil Südamerika's und Nordamerika's Festland, in letzterem, nordwestlich in nur wenig gekrümmter Richtung; die andere in bedeutenden Krümmungen: Australien, das Indische Meer, Persien, das westliche Sibirien bis nach Lappland hinein. Wahrscheinlich sind es hauptsächlich vulkanische Heerde [zumal die der Meervulkane], welche an den Bedingungen der Krümmungen Theil nehmen. Zu beiden Seiten dieser abweichungslosen Linien beginnen die **östlichen** und **westlichen Abweichungen**, deren Gesammtwechsel, muthmaaßlich Haupt-Theilen des Platonischen Jahres [S. 179] angehört und mit diesen sich ändert; m. Experimentalphys. I, 451. Linien, welche Orte von gleicher Abweichung verbinden, nennt man **isogonische** oder **magnetische Meridiane**. — **Burkhard** zeigte, daß die zu Paris beobachtete Abweichungsnadel Räume durchlaufe, welche die Nadel als Größtes 48° 22′ der Boussole erreichen lassen und hiezu 430 Jahre erfordern. — Major **Sabine** zufolge, hören die täglichen magnetischen Veränderungen beim Uebergang aus der südlichen zur nördlichen Erdhälfte **nicht** auf; Grenzorte der Art, wie St. Helena, zeigen während der einen Jahreshälfte die Erscheinungen der Nord-, während der anderen die der Süd-Hälfte der Erde.

schwache und schwächste magnetische Anregungen merkbar zu machen) möglichst empfindlich zeigen, so muß man sie in der Weise verdoppeln, daß beide über einander in nicht zu großen Abständen befestigt, mit ihren wagrecht-parallelen Axen einander entgegengesetzte Pole (die obere Nadel mithin unter ihrem Nordpol-Ende das Südpol-Ende der unteren Nadel und unter ihrem Südpol-Ende das Nordpol-Ende der letzteren überdeckt) darbieten, da dann der störende Einfluß der Erde, d. i. ihre magnetische Richtkraft für beide Nadeln ausgeglichen und beseitigt erscheint, und keine der Nadeln vorab eine bestimmte Richtung gewinnt, sondern, falls dieses geschehen: durch den geringsten, ihr von außen zukommenden magnetischen Einfluß solche Richtung zu ändern sich in den Stand gesetzt sieht; man nennt also verdoppelte Magnetnadeln, in dieser ihrer Uebereinanderstellung, seit Nobili sie erfand: astatische Nadeln. Ein in die Ebene des magnetischen Meridians und in die Verlängerung der Nadel gebrachter horizontaler Magnetstab leistet dasselbe. Aber nicht nur muß für hieher gehörende und ähnliche (z. B. thermo-elektrische rc.) Versuche die Empfindlichkeit der Magnetnadel möglichst gesteigert, sondern zugleich auch die Wirksamkeit des galvanischen Schließungsdrahtes, so viel als thunlich, verstärkt werden. Letzteres findet statt, wenn man dessen sog. Strom in einer und derselben Zeit möglichst vervielfältigt auf die Nadel einwirken macht. Man erreicht dieses dadurch, daß man entweder den kupfernen Schließungsdraht in solcher Weise wiederholt um die Nadel (ohne deren Bewegung hinderlich zu werden) legt, daß zwischen den parallel gerichteten Drahttheilen keine Leitungs-Gemeinschaft eintritt, was man durch Isolirung der Außenflächen des ganzen, die Nadel umschlingenden Draht-Antheils bewirkt, indem man ihn mit Seide überzieht oder damit vollkommen schließend umwickelt, oder daß man dergleichen Längen-Vervielfältigungen des Drahts mit dem letzten freien, ebenfalls in bemerkter Art isolirten Drahttheil so umwickelt, daß dieser möglichst viele, senkrecht gegen seine Längenaxe gerichtete Drahtumwindungen darbietet, und daß seine beiden Enden, das erste und letzte, in Form ungebogener Fäden hervortreten, die man dann mit den Elektroden einer galv. Kette (einer einfachen, wie einer zusammengesetzten) in leitende Verbindung versetzen zu können, sich in den Stand gesetzt sieht. Also geformt und vielfach gebogen stellt der mit Seide umsponnene Draht einen Multiplicator oder Galvanometer, oder Rheometer dar, der, wenn er in fester Stellung die astatische Nadel dergestalt umgiebt, daß dieser, auch bei beträchtlicher Länge, dennoch vollkommen freier Bewegungsraum verbleibt; zur Entdeckung schwacher und schwächster elektrischer Ströme unentbehrlich ist. War dabei die astatische Nadel, an einem senkrechten Seidenfaden, innerhalb einer hinreichend weiten Glasglocke also freischwebend, in ihrem Schwerpunkt aufgehängt, daß der obere, durchbohrte Glockenwölbungstheil von

einem Zapfen durchsetzt erscheint, dessen obere (außerhalb der Glocke befindliche) Zapfen-Kreisfläche, in 360 Grade getheilt, einen über ihr wagrecht beweglichen Zeiger darbietet, der in der Mitte des Zapfens, mittelst eines, zum Zeiger rechtwinkelig stehenden, die Mitte des Zapfens senkrecht durchsetzenden Drahts, den an dessen Ende befestigten Nadelfaden senkrecht schwebend erhält, und hat man die Glocke in der Gegend der einen der Magnetnadeln mit einem ebenfalls in 360 Grade getheilten Kreis versehen, so kann man einestheils vor dem Versuch der Nadel jede beliebige wagrechte Stellung ertheilen, anderntheils aber auch die bewirkte Ablenkungsgröße der Nadel genau messen, und hatte man, statt solcher Fadenbefestigung, oben, außerhalb der Glocke, oder des sie vertretenden (oben mit fester ebener, in Mitten, zu Gunsten des Zapfens, durchlöcherter Glasplatte versehenen) Cylinders eine messingene Winde, unten dagegen, dort, wo innen der Zapfen endet, eine kreisrunde, am unteren Rande gezähnte Messingblech-Scheibe angebracht, so kann man die Nadel so weit aufwinden, daß sie zwischen den Zähnen der Scheibe fest liegt und mithin, z. B. auf Reisen, bewegt werden kann, ohne daß ihr Faden abreißt und ohne daß die Nadel leidet. Also eingerichtet nannte der Verf. dieses Hdbs. den Multiplicator: Siderometer; m. Arch. II, 236 ff. Ueber dessen Benützung als Hygrometer; ebendaselbst III, 350. Multiplicatoren mit astatischen Nadeln führen auch die Benennung Sideroskop, z. B. das Becquerel's, Lebaillif's ꝛc., a. a. O. XVII, 120. Ueber Pohl's, von Schultheiß abgeänderten Gyrotrop (Commutator oder Schwengel), a. a. O. XIII, 49. Pohl's Siderophor XIV, 273; XV, 344. Ueber den von Melloni im Jahr 1830 verbesserten Thermo-Multiplicator, oben S. 1643 und 1477 Anm.

μ) Ampère's Vorstellung von dem Verhältniß des magnetischen Bestandes jedes regelmäßig dargestellten Longitudinal-Magnets, lautet wie folgt: a) jeder Magnet der Art besteht aus zahllosen, seiner Axe parallelen Molecul-Reihen, deren Einzeln-Molecule, jedes für sich, von elektrischer Flüssigkeit umkreiset erscheinen, und die daher einander parallele elektrische Ströme darbieten, welche, während jedes einzelnen Stromes Mittelpunkt in die Axe des Magnets fällt, in Ebenen liegen, die auf dieser Axe senkrecht stehen; weshalb dann der Magnet selbst betrachtet werden kann, als ein System von kreisigen elektrischen Strömen, die in der Erde (diese als größten bekannten Magnet erachtend) dieselbe dem magnetischen Aequator parallel, unaufhörlich durchziehen und die, ihrer Richtungs-Gleichheit wegen, in ihrer Gesammtheit für jeden Erdenort, dem Mittel ihrer Bewegungserfolge nach, sich auffassen lassen: als Wirkung eines (der Erklärung zu Liebe vorausgesetzten) ostwestlichen Stromes, der auf dem magnetischen Aequator in einer senkrechten Ebene liegt, an jedem anderen Orte hingegen mehr oder weniger geneigt ist und hier in einer Ebene sich bewegt, die auf

der Inclinations-Nadelaxe senkrecht steht. b) Diesen Voraussetzungen gemäß lassen sich, mittelst des elektrischen Stromes und guter Leiter desselben, Magnete künstlich nachbilden, die jenen Voraussetzungen annähernd entsprechen und die unter andern hervorgehen, wenn man einen elektrischen Strom durch einen Metalldraht leitet, welcher dergestalt schraubenförmig gebogen worden, daß jede Schraubenwindung desselben als ein Kreis betrachtet werden darf, der zur Axe der Gesammtwindungen der also entstandenen cylindrischen Spirale, nahe senkrecht ist. Also hergestellt nennt man eine dergleichen Spirale einen Schraubendraht (Solenoïd) oder elektrodynamischen Cylinder. Die Allgemeinheit der Kräfte, von welchen es sich bei den elektromagnetischen und verwandten Bethätigungen handelt, bestimmte Ampère sie umfassend durch den Ausdruck elektrodynamische zu bezeichnen. Von folgenden zwei Vorstellungen über die Wesenheit der elektromagnetischen Erscheinungen die letztere wählend, ward A. Begründer eines neuen Zweiges der erklärenden (theoretischen) Physik, der Elektrodynamik. Entweder, folgerte man bald nach der Oersted'schen Entdeckung, besteht der elektrisch durchströmte Schließungs-Draht aus transversen Magnetnadeln, oder die Magnetnadel aus transversen Schließungsdrähten (mithin: entweder ist der Magnetismus die Ursache der Elektricität, oder diese die Begründerin des Magnetismus); Biot entschied sich ohne Erfolg für die erstere, Ampère für die letztere Ansicht, indem er zugleich zeigte, daß diese Ansicht allein es möglich mache, ohne Annahme weiterer willkührlicher Hülfsvoraussetzungen, die bei den elektromagnetischen Verhalten Statt habende fortgesetzte Bewegung, sammt allen zugehörigen Erscheinungen, und namentlich auch: sowohl die unter sich gegebenen gegenseitigen Einwirkungen der Magnetnadeln, als auch jene der Schließungs-Drähte begreiflich zu machen. Da übrigens unter der Benennung „elektrodynamische Kräfte" nur die Bethätigungsgründe der elektrischen Ströme sich begriffen finden, so würden sie, zwar minder allgemein, aber mit größerer Bestimmtheit, als Kräfte des elektrischen Stromes, oder kürzer: als „Elektromotions-Kräfte" zu bezeichnen seyn. Elektrisch durchströmt stellt derselbe einen Magnet dar, der an dem einen Ende nordpolarisch, am entgegengesetzten südpolarisch ist und sowohl gegen einen zweiten Schraubendraht der Art, als gegen eine frei schwebende Magnetnadel vollkommen magnetisch gegenthätig wirkt. Zu allen zur Erläuterung dieser Ampère'schen Gesetze gehörigen und verwandten Versuchen ist sehr zweckdienlich ein von A. erfundenes Gestell, das man bei jedem kundigen Mechaniker beziehen kann, und woran man, im obigen Falle, den Schraubendraht aufhängt. Jene verhältlich geringe Verschiedenheit, welche der Schraubendraht, verglichen mit einem Magnete, zeigt, tritt ein, weil die Kreise des Drahtes nicht vollkommen geschlossen sind, und hatte man das eine Ende des Drahts,

als ungewundene Verlängerung desselben, dort, wo sein letzter Kreisbogen vollbracht erscheint, so gebogen, daß er als gerader Leiter sämmtliche Kreiswindungen zu durchsetzen vermag, und nach solcher Durchsetzung neben dem anderen Drahtende, demselben parallel hervorreicht, so erfolgen in dem von Kreistheil zu Kreistheil führenden geraden, so wie in diesem verlängerten geraden Drahttheil zwei gleiche und entgegengesetzte Strömungen, die einander neutralisiren und dadurch die Kreisströmungen von jenen Nebenströmungs-Wirkungen befreien, welche sie von den Strömungen des Magnets um Etwas abweichen machien. — Wenn dergleichen Spiralen in ungleicher Weise gewunden worden, so ändert dieses ihr magnetisches Verhalten; sind sie nach Art aller Schrauben, der Pfropfzieher ꝛc. rechtsgewunden, so liegt der Nordpol stets am negativen Ende des Drahts, d. i. dort, wo der Strom austritt (der Südpol dagegen am entgegengesetzten Ende); waren sie dagegen zur Linken hin oder linksgewunden, so bietet solcher, übrigens dem rechtsgewunden gleichlagig gehaltene Draht, an der Austrittstelle des Stroms Südpolarität (und mithin beim Eintritt Nordpolwerth) dar. c) Zwei parallele und gleichgerichtete elektrische Ströme ziehen einander an, stoßen sich hingegen ab, sobald sie entgegengesetzt gerichtet worden; zwei einander kreuzende Ströme ändern sich in ihren Richtungen stets so, als ob sie zu ein und derselben Richtung und damit zum Parallelismus getrieben würden. Schon bald nach Oersted's Entdeckung gelangte Ampère zur Erschließung dieser Gesetze. Umwickelt man einen Federkiel schraubenförmig mit Seide-übersponnenem Kupferdraht, den man an beiden Enden so weit ungewunden hervortreten läßt, daß man eines dieser Enden mit einem Zinkstreifen, das andere mit einem kleinen kupfernen, mittelst seidener Fäden an den ebenfalls an seidenen Fäden hängenden Federkiel aufgehängten Becher (oder Fingerhut) leitend zu verbinden vermag (nachdem jene Stellen, wo die Drahtwindungen enden und die ungewundenen Drahtverlängerungen anheben, mittelst Seidenfaden an den Federkiel gefestigt worden), gießt darauf einen flüssigen Leiter in den Becher und senkt nun den größeren Theil des Zinkstreifens in denselben hinab, so geht der elektrische Strom vom Becher, durch den gewundenen Draht hindurch, zum Zink. War dann der Draht rechtsgewunden, so zeigt er sich gegen einen ihm genäherten Magnetstab an jenem Ende nordpolarisch, an welchem er, falls der Draht linksgewunden gewesen, südpolarisch sich bethätigt haben würde ꝛc. b) Hatte man den Federkiel statt mit nur einem Drahte, mit zwei Drähten der bemerkten Art umwickelt, und setzt man dann nur die Enden des einen dieser Drähte mit den Polen einer Volta'schen Batterie in Verbindung, die des anderen dagegen mit den Drahtenden eines Multiplicators, so zeigt sogleich dessen Nadel, ihrer erfolgenden Ablenkung gemäß, einen den zweiten Draht

durchziehenden inducirten Strom (S. 1801) an, dessen Richtung jener des im ersten Drahte vorhandenen Stroms entgegengesetzt ist, kehrt darauf aber in ihre vorige Stellung, also auf den O-Punkt der Ablenkung zurück und verbleibt nun fortan in Ruhe. Wie hier der eine elektrische Hauptstrom den inducirten Nebenstrom hervorrief, so wirkt auch der als dem magn. Aequator parallel angenommene elektrische Erdstrom, wie Solches Faraday durch Versuche nachgewiesen hat; Gilb. Ann. LXXI, 169; LXXII, 118, 120 u. 125; verglichen mit de la Rive's hieher gehörigem Versuch; a. a. O. S. 222 ff. Ampère, mit einigen Erdforschern: jenseits der sog. Erdrinde einen metallenen Erdkern voraussetzend, meint: daß die elektrischen Innenströme der Erde, die innere Erdwärme erzeugend, vorzüglich dort zu suchen seyen, wo Metallkern und (oxydirte) Erdrinde sich begrenzen und daß sie es sind, welche im Eisen rc. verworrene und daher einander aufhebende Molecul-Umströmungen vorfindend, dessen Magnetismus, so wie den mancher Gesteine, durch Regelung und Unterordnung dieser Ströme unter ihre eigene Richtung hervorrufen und in dieser Hinsicht ähnlich wirken jedem auf der Erde künstlich erzeugten elektrischen Strome; im Eisen dauere jedoch solche Magnetisirung nur so lange, als es solchen Strom-Regelungen unterworfen erscheine, im Stahl hingegen (vergl. S. 378) erfolge bleibende Herstellung also geregelter Molecul-Umströmungen; s. w. u. (Welche Leitungs-Unterschiede die verschiedenen Gebirgsarten oder Gesammt-Gesteine darbieten, steht noch zu bestimmen, dürfte aber, ermittelt, nicht nur für die Kenntniß der Ursachen des Erdmagnetismus, sondern auch für die Erklärung der sog. Variationen der Magnetnadeln nicht bedeutungslos seyn. Pouillet zufolge leitet Pt 2 Millionen und 500,000 mal besser als eine gesättigte Kupfervitriol-Lösung und diese 400 mal besser als Wasser. Die Leitung des Cu = 100 gesetzt, ist nach Ries jene des Ag = 148 (nach Lenz = 136), des Au = 88 (n. L. 80), des Fe 17 (n. L. 18), des Sn 15 (n. L. 30), des Pt 15 (n. L. 14), des Pb 10 (n. L. 15), des Neusilber nach Lenz = 9 und die des Zn, nach Becquerel = 28. Christie fand die Leitung des Au = 110, jene des Ag gleich 115, die des Zn = 52, des Pt = 24, des Sn = 25, des Fe = 22, des Pb = 12. Die Leitungsgüte des Messing bestimmte Ries zu 28, Lenz zu 29. Der Grund dieser zum Theil so beträchtlichen Abweichungen der Leitungsgrößen: Bestimmungen dürften wohl hauptsächlich in der ungleichen chemischen Reinheit der dabei befragten Metalle zu suchen seyn. Regnault fand, daß $^1/_{10000}$ Pb dem Mr zugesetzt, die Destillirbarkeit (Verdampfbarkeit) des letzteren Metalles beträchtlich verlangsame, daß Zn erst im Verhältniß von 1 zu 15 (Mr) Aehnliches bewirke, Pt zu 70 Mr dessen Verdampfung beschleunige, in dieser für Mr Aehnliches bewirke, was es als guter Wärme-

Leiter in Beziehung auf zu destillirende Schwefelsäure, Azotsäure, Essigsäure, Wasser, Weingeist 2c. leistet, indem es, in Drahtform diesen Flüssigkeiten beigegeben, ihre Destillation sehr merklich beschleunigt. Während man in neuerer Zeit den Multiplicator unter andern auch zur Auffindung in der Nähe von Meeresküsten versenkter Metallmassen und Volta'sche Batterien zur Entzündung großer unter dem Wasser, oder in Wällen 2c. verborgener Schießpulvermassen, Bomben 2c. vorschlug, knüpfte man an ersteren eine der nützlichsten Erfindungen: die der elektromagnetschen Telegraphen (S. 1747). Während Lamond's vor 62 und Reiser's vor 55 Jahren in Vorschlag gebrachten elektrische Telegraphen, v. Sömmerring's vor 39 Jahren versuchtem galvanischen und auch v. Steinheil's 1838 zu München in Versuch genommenem phonomagnetischen*) Telegraph nur wissenschaftliche Beachtung zu Theil wurde, gelangten die elektromagnetischen Telegraphen, nachdem Fechner zu Leipzig, im Jahr 1828, deren Ausführbarkeit als vollkommen möglich nachgewiesen hatte, nach und nach zur Anwendung, und durch diese zur zeitgemäßen Vervollkommnung. Der hieher gehörige Wheatston'sche ist in England zuerst und am meisten in Gebrauch genommen, dann aber auch in anderen Ländern, als dem Bedürfniß: in wenigen Minuten mit Personen entfernter und sehr entfernter Gegenden wechselseitige Benachrichtigung pflegen zu können, anerkannt und benutzt worden. Wheatston's elektromagnetischer Telegraph besteht der Hauptsache nach aus einem Hufeisenmagnet, bei dem jeder seiner beiden Schenkel mit einem seitlich (durch Seide-Ueberzug) isolirten Kupferdraht so umwickelt ist, daß die beiden Enden jedes dieser Drähte anderweiten Verbindungen unterworfen werden können. Jedes der beiden der einen Seite beider Schenkel zugehörigen Drahtenden reicht bis zur Station (d. i. bis zu jenem Orte, wo die Zeichen gegeben werden sollen), während die anderen beiden Enden mit einer beharrlich andauernden galv. Kette in Verbindung stehen. Der hier entwickelte elektrische Strom, magnetisirt das Hufeisen und bewirkt so, daß dasselbe seine eiserne Armatur zu sich zieht. Unterbricht man nun bei der galv. Kette die Strömung, so geht die Armatur, mittelst des Gegendruckes einer sog. Feder, in die vorige (vom Magnete entfernte) Lage zurück. Zugleich wird aber in Folge solchen Wechsels eine kreisrunde Scheibe des Stationsortes in Bewegung gesetzt, deren Rand die großen Buchstaben des Alphabets

*) Bestand aus kleinen, von Magnetstäben bewegten Hämmern, welche, gemäß denen bald nach der einen, bald nach der anderen Seite erfolgenden magnetisch bewirkten Schwingungen, höhere oder tiefere Töne erklingen machten, nachdem die Anhebezeichen (Signale) mit den großen lateinischen Buchstaben des Alphabets in Uebereinstimmung gebracht worden waren; indem z. B. ·.· d. i. ein hoher, darauf ein tiefer und dann wieder ein hoher Ton den Buchstaben V andeutete.

enthält, die aber vorn mit einem Kasten so verdeckt worden, daß man durch eine Oeffnung desselben stets nur einen Buchstaben der sich drehenden Scheibe zu sehen vermag. Eine zweite, am Rande mit demselben Buchstaben versehene Scheibe, befindet sich ohnfern der galv. Kette. Sie besteht aus einem, um eine metallene Axe drehbaren messingenen Kreise, der, gleich der ersten Scheibe, nahe dem Rande mit den 24 Buchstaben des Alphabets bezeichnet, zugleich oberhalb jedes Buchstabens, also am äußersten Rande, einen metallenen Stab darbietet. Es dienen diese Stäbe dazu, die Scheibe um eine Buchstaben-Weite zu drehen, indem man den zugehörigen Stab mit einem Finger berührt und weiter schiebt. Drehet man aber in dieser Weise den Kreis und fährt man darin fort, so drückt eine metallene Feder bald auf einen leitenden, bald auf einen nicht leitenden (elfenbeinernen) Theil des Umfangs, wodurch dann die Leitung zur ersten Scheibe, bald unterbrochen, bald wieder hergestellt erscheint und bei dieser, kraft des elektromagnetisirenden Erregers, eine gleiche Bewegung bewirkt, wie die zweite Scheibe sie erhalten hatte, so daß also die erste Scheibe sich gerade so weit und nicht weiter dreht, als die zweite gedrehet worden war. In gleicher Weise hat man auf Eisenbahn-Stationen Wecker, gleichen Gang haltende Uhren &c. hergestellt, und die Eisenbahnen selbst in Telegraphen-Linien verwandelt. Auch für die weiteste Ferne ist es nur jene Zeit, welche die Drehung der zweiten Scheibe erfordert, die als dabei verbraucht in Anrechnung zu bringen steht; die Mittheilung selbst erfolgt für alle unsere Zeitmesser zeitlos. Was aber mit solcher Telegraphen-Einrichtung, in Absicht auf Zeichen-Mittheilungen in verschiedenste Richtungen, schon jetzt geleistet werden kann davon zeug't London's Centralbureau des elektrischen Telegraphen; vergl. Oesterr. Lloyd 1848, S. 123, und daraus im mehr erwähnten Kunst- und Gewerbebl. &c., 1848. Heft 2, S. 133 ff. Um bei etwa irgendwie eintretender Draht-Verletzung, mit möglichst wenig Zeitaufwand und ohne die Erde aufgraben zu müssen, sogleich einen zweiten Draht in Gebrauch nehmen zu können, enthält jede der neun (in der Erde, durchaus gegen Wasser-Andrang geschützt gelegten), nach verschiedenen Richtungen lagernden Röhren, neun seitlich wohl isolirte Drähte. — Der Erfindung der „elektromagnetischen“ Telegraphen folgte, im Jahr 1833 die des magneto-elektrischen, durch Gauß und W. Weber, gestützt auf die magneto-elektrische Thatsache: daß ein Leiter, der, parallel einem unter ihm in seiner natürlichen Nord-Süd-Richtung schwebenden Magnet gefestigt worden, sofort von N. nach S. elektrisch durchströmt wird, wenn man den Magnet plötzlich um seine Mitte mit dem Nordpol nach Westen dreht (und der einen S.-N.-lichen Strom darbietet, wenn die Drehung des Magnet-Nordpols nach Westen erfolgte). Solche elektrische Strömung darbietend, ist dann aber der Leiter, in

Beziehung auf Elektromagnetismus: ein Vertreter des Schließungsdrahts und wirkt daher, über auch noch so entfernte Magnetnadeln hinweggehend, auf dieselbe ablenkend, was in den Stand setzt, in größte Fernen telegraphische Zeichen ertheilen zu können, ohne daß Tageszeit oder Witterung dagegen zum Hinderniß würde. Was aber solches Verhalten des magnetoelektrischen Leiters für Telegraphie noch mehr begünstigt, ist der wohl zu beachtende Umstand, daß es zu diesen Leitungen keiner in die Erde zu legenden Röhren bedarf, sondern daß, endet der Draht in großen Platten, die zwischen liegende Erde selbst (Eisenbahn-Schienen 2c.): als Leiter des in dem Drahte erregten Stroms zu dienen vermag, wie solches durch v. Steinheil bei Anwendung von nur einem Draht erprobt wurde, während Gauß sich eines Doppeldrahts bedient hatte, der zwischen den telegraphischen Stationen die Hin- und Her-Leitung des elektrischen Stromes vermittelte. Daß es sich übrigens bei allen diesen sog. elektrischen Strömungen, den elektromagnetischen wie den magnetoelektrischen, nur von elektrischen Vertheilungsreihen (S. 1801) und darum zunächst weder von Anziehungen, noch von Abstoßungen, sondern nur von Bewegungs-Richtungen handele, zeigen die beschriebenen Verhalten der astatischen Magnetnadeln zu den Schließungsleitern und dieser zu jenen, die, unter sich, hierin jenen Wirkungen ähnlich sind, welche eine Reihe federharter Kugeln darbietet, wenn sie, schwebend aufgehängt oder auf einer Tafel liegend, den der einen oder der anderen Reihenend-Kugel ertheilten Stoß nicht nur fortpflanzen und Seitens jeder einzelnen, zwischen den Erdkugeln gegebenen Kugel: Rückstoß hervorgehen machen, sondern auch, in Absicht auf Richtung von der Stoßrichtung, wie von der Stellung der zu stoßenden Masse sich abhängig zeigen; auch läßt sich die Vertheilungsreihe von +E —E, +E —E, +E —E 2c. betrachten als eine Wellen-Reihung, in welcher +E den Wellenberg, —E das Wellenthal bezeichnet; wo +E und —E in demselben Raum zusammentreffen, entsteht 0E, wo —E zu —E, oder +E zu +E sich gesellt, Verstärkung dieser E; vergl. hiemit Faraday's Voraussetzung hinsichtlich der zwischen den Polen, in dem Schließungsboden stattfindenden Stoffverschiebungen; S. 1760. Ueber elektromagnetisch bewirkte Telegraphie vergl. auch oben S. 1747. — Um die Menge des zu galv. Vergoldungen (und Versilberungen) verwendeten edlen Metalles leicht zu ermitteln, bestimmt man, Herzog Maximilian v. Leuchtenberg zufolge (S. 1807 Anm.), zuvörderst z. B. den Goldgehalt einer gemessenen Menge der anzuwendenden Auflösung (des durch KKy gefäll'ten und wieder aufgelösten Au), merkt diesen an und verfährt dann, nach beendeter Vergoldung ebenso mit dem flüssigen Goldauflösungs-Rest. Zur Ausscheidung des Au (wie des Ag) dampft man die Flüssigkeit zur Trockne ein, legt davon 2 Grm. in einen tarirten Platintiegel, übergießt sie mit Schwefelsäure, erhitzt den Tiegel allmälig

bis zum Glühen, spült nun das hiedurch verbliebene $KOSO_3$ mit heißem Wasser hinweg, trocknet und wiegt den Tiegel, da dann der ihm verbliebene Gold-Antheil ihn, verglichen mit der Tara, mehr oder weniger belastet zeigt. Auch jene Perlmutter-Abdrücke, welche Brewster (mittelst schwarzem Siegellack, Rose'schem leichtflüssigem Metall-Gemisch ꝛc.) als iridisirende Flächen zu Stande brachte (S. 1667), hat man neuerlich galvanoplastisch dargestellt und ihnen so zugleich größeren Glanz und größere Luftbeständigkeit verliehen; denn jene Abdrücke, zumal die metallischen, litten bald durch Oxydation in solchem Maaße, daß ihr Iridisirungsvermögen fast verschwand. Der amerik. Physiker Brockelsby fand nämlich, daß eine auf ihrer Rückfläche bis zur Bloßlegung ihrer concentrischen Schichten abgeschliffene und dann polirte Perlmutter-Muschel, mittelst Rose'schem Metallgemisch einen Abdruck gewährte, der innerhalb einer AgKy-Auflösung mit der Kathode einer Volta'schen Batterie verbunden, schon nach Ablauf einiger Stunden einen Silberüberzug erhielt, der, mittelst eines Federmessers abgelöst, sich durch ungemein lebhaftes Iridisiren auszeichnete. Bleibender würde Letzteres zweifelsohne ausfallen, wenn man, statt mit Silber, mit Pallad das Rose'sche Metallgemisch überkleidet hätte.

ν) Arago zeigte zuerst, daß ein als Schließungsbogen der galv. Kette dienender Kupferdraht: Eisenfeilstaub anzieht und daß die hiebei sich bildenden kleinen Eisenmagnete um den Kupferdraht Ringe bilden, als wäre dieser ein Transversal-Magnet; *) d. h. als wäre er nicht

*) Beccaria erhielt Transversalmagnete, als er mit ihren Längen-Enden ostwestlich gelegte Stahlstäbe der Quere nach (von Norden nach Süden) elektrische Batterien entladen ließ. Ueber Darstellung von Transversalmagneten durch den Strich gewöhnlicher Längenmagnete, s. w. u. Ein seiner Länge nach nordsüdlich gelegter Stahldraht gewährt einen gewöhnlichen Longitudinal-Magnet, wenn er in dieser Richtung eine Leydener Flasche entladet, oder eine Volta'sche Batterie einen Augenblick hindurch schließt; das gegen Norden gerichtete Ende zeigt Nord-, das entgegengesetzte Süd-Polarität, sofern man, im letzteren Falle zuerst die Anode und zwar mit dem nordwärts gerichteten und dann erst die Kathode mit dem südlichen Ende berührte. Bringt man dagegen einen schon magnetisirten Stahldraht in die entgegengesetzte Richtung, so daß sein Südpol gegen Norden gerichtet liegt, und läßt ihn nun wiederholt von Entladungsschlägen durchzucken (durchschwingen), so wird zuvörderst seine Polarität geschwächt, dann aufgehoben und endlich verkehrt, so, daß nun Südpol ist, was sonst Nordpol war, und umgekehrt. Stellt man einen unmagnetischen Stahlstab lothrecht und entladet dann durch ihn eine elektrische Batterie, so hat das untere Ende Nord-, das obere Süd-Polarität. — Wie sich elektromagnetische und magnetoelektrische Ströme zu Innentheilen, zumal leidenden, der Menschen und Thiere verhalten würden (vergl. S. 1758 Anm.)? ist zu ermitteln; unter den neueren Aerzten hat unter Anderen Fabre Palaprat in ähnlicher Weise, wie ich vor 35 Jahren vorschlug, die Hindurchleitung chemisch wirksamer Stoffe krankhafte Leibestheile, namentlich des Jod (bei Verschleimungen) mit gutem Erfolge in Anwendung gebracht; vorzüglich sollen sich zu dergleichen Hindurchleitungen eignen der inducirte Strom des hieher gehörigen Neeff'schen Apparats. Die magnetoelektrischen Ströme (S. 273) wirken auf lebende Nerven

feinen geradlinigen Längen-, sondern seinen dergleichen Quer-Richtungen nach polar, so daß, findet sich letzteres Verhältniß in sämmtlichen, zwischen seinen Längen-Enden denkbaren Querschnitten nach entwickelt, er seiner einen Längen-Hälfte nach nordpolarisch, der andern zufolge südpolarisch sich bethätigt; was sich zeigt, wenn ein also gearteter Magnet frei beweglich aufgehängt worden. Aber jenes Hängenbleiben der Eisenmagnetchen, dauerte nur so lange, als der Kupferdraht Schließungsdraht war; mit dem Aufhören der in ihm regen elektrischen Strömung, fielen sämmtliche Eisentheilchen von demselben ab. Als dann, bei Wiederholung solcher Versuche, statt weichen Eisens Stahl gewählt wurde, wurde dieser andauernd magnetisch; verhielt sich mithin hier, wie beim Magnetisiren des Eisens und des Stahls durch den sog. Strich; S. 320, 377 u. w. u. Je mehr feinkörnig und gleichförmig hart der Stahl, um so mehr andauernd ist der ihm, erwähnten (wie jeden anderen) Weges ertheilte Magnetismus. Größte Härte verlangsamt die Magnetisirung am meisten, wie größte Weiche (des Stahls, wie des Eisens) sie möglichst erleichtert. Steckt man eine nicht magnetische Stahlnadel in eine Glasröhre, die zuvor von einer Kupferdraht-Spirale umwickelt worden, hängt das Ganze dann (in seinem Schwerpunkt) frei schwebend in der Richtung des magnetischen Meridians (also parallel der Abweichungsnadel-Axe) auf und läßt nun den elektrischen Strom in den Kupferdraht eintreten, so findet sich die Nadel in demselben Augenblick auch vollständig magnetisirt, und hatte man dabei die Röhre von mehreren einander folgenden, durch Seide-Ueberspinnung seitlich isolirten Drähten dergestalt umwickelt, daß die erste Spirale z. B. rechts-, die folgende links-, die dritte wieder rechts- ꝛc. gewunden erscheint, so bieten je zwei derselben, an den Verbindungsstellen ihrer einander entgegenstehenden Enden für die Nadel Folgepunkte dar, und jede einzelne Spirale wirkt dann auf dieselbe: als ob nur sie allein zugegen wäre, hierin sogenannten anomalen (d. i. zusammengesetzten) Magneten ähnlich, deren Süd- und Nordpole nach einander, innerhalb ihrer Länge, mehrmals abwechseln, darum auch Folgepunkte genannt werden. Einen sehr tragkräftigen Elektromagnet erhält man, wenn man eine einem hufeisenförmigen Magnet ähnlich gestaltete, cylindrische, dicke Eisen-

eindringlicher (intensiver), als die der Volta'schen Batterie, aber minder chemisch zersetzend, jedoch hierin sowohl die der sog. trocknen Säulen (S. 1877 ff. u. 1787), als die thermoelektrischen hinter sich zurücklassend; wie sich photoelektrische (S. 1659) in dieser Hinsicht verhalten würden, ist unbekannt. — Einen Elektromagnet erhielt übrigens auch Cunningham, als er zwei ungleiche metallene Leiter mit einem feuchten Leiter (also eine galv. Kette) in frei schwebende Stellung brachte. Ritter sah Aehnliches vor 45 Jahren an einer Zinksilber-Nadel, die in der Nähe eines großen Hufeisenmagnets hing und wahrscheinlich von Wasserdunst beschlagen war.

Stange, in einander möglichst eng anliegenden Windungen mit, durch Seidenüberzug seitlich isolirten, ein bis zwei Linien dicken Kupferdraht spiralförmig so umwickelt, daß jedes freie Ende der Spirale, abwärts vom zugehörigen Hufeisen-Schenkel, in einen Mercur-haltigen Metallnapf gesenkt werden kann, in den zugleich der Kupferdraht des einen der metallischen Erreger (z. B. des Cu oder der Kohle) einer starken, andauernd gleichförmig wirkenden galv. Kette hineinreicht, während der des anderen Erregers (z. B. des Zn) in gleicher Weise mit dem Kupferdrahtende des zweiten Schenkels zusammentrifft (S. 1784). Wird dann eine starke, den sog. Anker des Hufeisens vertretende, an ihrer unteren Seite mit einem Haken oder Ring zum Einhängen von Wagschaale und Gewichten versehene Stahlplatte, mit ihrer oberen Seite der Schenkelenden angefügt, so trägt diese, so lange die Verbindung mit der galv. Kette dauert, leicht mehr denn 2000 Pfd., die sogleich abfallen, sobald man einen oder den anderen Kupferdraht heraushebt. Ist indessen das Eisen nicht sehr weich, so verbleibt ihm immer noch etwas Tragkraft, zumal wenn der Anker nicht abgelöst worden, und wählte man statt der Eisenstange eine Stahlstange, so ist dieser Rückstand von Magnetismus stets sehr beträchtlich. Der Nordpol solchen Elektromagnets liegt dort, wo der Nordpol der Spirale hinfällt; Verwechselung der Spiralenden-Näpfe, so daß nun mit Zn-Pol-draht leitend verbunden erscheint, was zuvor, als Spiral-Ende, mit dem Cu-Pol in Verbindung stand, führt zum Wechsel der Pole des Elektromagnet. Jener großen Tragkraft ohngeachtet, waltet übrigens Magnus zufolge, zwischen dem gewöhnlichen und dem Elektro-Magnet sehr merkliche Bethätigungs-Verschiedenheit; ein Elektro-Magnet, der geschlossen (d. i. mit dem Anker versehen) 140 Pfd. trug, zeigte geöffnet, Seitens jedes einzelnen Pols nur 1 bis 2 Pfd. Tragkraft, während ein gewöhnlicher Hufeisen-Magnet, der geschlossen nur 10 Pfd. zu tragen vermochte, mit jedem einzelnen Pol ein Tragvermögen von mehr als 2 Pfd. entwickelte. Ist indessen die galv. Kette wirklich vollkommen gleichmäßig beharrend (durchaus constant), so läßt sich die Gesammttragkraft des Elektro-Magnet auch in ähnlicher Weise (jedoch im Ganzen genommen nur wenig), verstärken,*) wie das eines gewöhnlichen Magnet, und auch dort wirkt, wie hier, plötzliches Abreißen der getragenen Last schwächend; dort jedoch weit weniger, als es bei gewöhnlichen Magneten der Fall ist. Aus Jacobi's und Lenz's hieher gehörigen Untersuchungen, ergab sich folgendes, den Elektomagnetismus betreffendes Gesetzliche: a) die Stärke des in Stahlstäben durch galvanische Ströme erregten Magnetismus steht mit der Stärke der Ströme in geradem Verhältniß; b) umgeben den

*) Ob merklicher, wenn der Elektromagnet im magnetischen Meridian hängt? fragt sich.

Eisenstab mehrere einzelne Drahtwindungen, so ist die Gesammtwirkung aller Windungen gleich der Summe aller Einzelnwindungs-Wirkungen; c) bei gleicher Stromstärke und gleicher Anzahl von Windungen gewähren dünn- und dick-drähtige Spiralen gleich starke Magnetismen, vorausgesetzt, daß bei hieher gehörigen Versuchen, die mit der Drahtdünnung wachsende Zunahme des Leitungswiderstandes (S. 1762, 1778) nicht unbeachtet blieb (ob die Windungen gleich oder ungleich weit sind, ist bei Strömen von gleicher Stärke ohne Einfluß); d) die Tragkräfte zweier geradlinigen Elektromagnete (oder auch jene: eines Magnet und seines Ankers), verhalten sich wie die Quadrate der elektromagnetischen (oder der magnetischen) Ströme; e) der zu erregende Magnetismus erreicht sein Größtes (sein Maximum), wenn der gesammte Widerstand der galvanischen (einfachen oder zusammengesetzten) Kette dem gesammten Widerstande des Spiral-Drahtes gleich ist; f) die Größten (Maxima) zweier Elektromagnete verhalten sich wie die Quadratwurzeln der gesammten, in der Kette sich bethätigenden Zinkoberfläche; g) bei gleicher Länge der zu elektromagnetisirenden Stäbe, und bei gleich starken Strömen stehen die Größten im Verhältniß der Durchmesser der Stäbe, und h) die (mit den Tragkräften nicht zu verwechselnden) Anziehungen verhalten sich wie die Quadrate der Stromstärken. Poggendorff's Annalen LIV, 162 ff. Jacobi faßte (1835, damals zu Königsberg) zuerst den Gedanken: die abwechselnden Anziehungen und Abstoßungen zweier einander gegenüber befindlichen, in der Gegenstellung ihrer Pole wechselnden Elektromagnete, als bewegende Kräfte für Maschinen zu verwenden, Stratingh und Becker zu Gröningen benützten sofort diesen Wink zur Erfindung eines elektromagnetisch bewegten Wagens; Jacobi selbst setzte den 25. September 1838 elektromagnetisch ein Boot in Bewegung, das Tage lang mit 10 bis 12 Personen die Newa befuhr; Wagner zu Frankfurt versuchte für einen auf eisernen Schienen laufenden Wagen, durch andauernd erregten Elektromagnetismus die Wirksamkeit der Dampfmaschine gefahrlos zu ersetzen, der Mechaniker Bauer zu Nürnberg setzte elektromagnetisch eine Bretschneide-Maschine, der Mechaniker Stöhrer zu Leipzig, in gleicher Weise seine Drehbank in Bewegung 2c. Jacobi's w. u. beschriebenen Vorrichtung folgten bald andere, auf gleiche Grundsätze gestützte, unter welchen die von Wheatston zu London beschriebene (a. a. O. LXI, 424 ff.) vorzüglich beachtenswerth ist. Alle bis jetzt versuchten, hieher gehörigen Anwendungen auf Maschinen-Betrieb, scheiterten hauptsächlich an der Kostspieligkeit der solchen Weges erzeugten Bewegungen; gelänge es, dieses Hinderniß zu beseitigen was vielleicht mittelst des Magnetoelektricismus eher möglich wird, als durch den Elektromagnetismus (s. w. u.), so würde sich dann wahrscheinlich auch darthun lassen: daß elektrisch erzeugte Maschinen-Bewegung vor der durch Dampfdruck bewirkten sich auch dadurch vortheilhaft

auszeichnet, daß bei ersterer nicht, wie bei letzterer, die Steigerung der Bewegkraft mit den Erzeugungskosten im geraden Verhältniß steht, sondern daß mäßige Kosten-Vermehrungen schon hinreichen, beträchtliche Verstärkungen der elektromagnetischen Bewegkräfte hervorzurufen.*) Jacobi's Vorrichtung zur elektromagnetischen Maschinen-Bewegung besteht zunächst aus zwei lothrecht gestellten, einander parallelen Scheiben, einer hölzernen unbeweglichen, an ihrem Umfange mit acht Hufeisen versehenen und einer um ihre wagrechte Are drehbaren, ebenfalls acht den vorigen gleiche Hufeisen darbietenden; wird letztere gedrehet, so gehen die Endflächen ihrer Hufeisen an jenen der ersteren Scheibe sehr nahe vorüber. Beide Hufeisen-Folgen sind mit dickem Kupferdraht umwickelt und finden sich durch einen Schwengel (Commutator; S. 1817) mit einer kleinen Volta'schen Batterie dergestalt in Verbindung gesetzt, daß die Enden der zur beweglichen Scheibe gehörigen Hufeisen in dem Augenblicke, da diese Scheibe gedrehet wird, von jenen Hufeisenenden der feststehenden Scheibe, welche in der Dreh-Richtung liegen, angezogen, von denen in der entgegengesetzten Richtung liegenden hingegen abgestoßen werden, was eine andauernde Kreisbewegung der beweglichen Scheibe zur Folge hat, deren Geschwindigkeit jedoch nur bis zu einer gewissen Grenze wächst, dann aber gleichförmig wird, weil die Elektromagnete selbst in dem Spiraldraht inducirend Gegenströme hervorrufen, zu deren Entstehen Zeit erfordert wird, die aber auch den Zink-Verbrauch mäßigen. Ueber 3 verschiedene elektromagnetische Maschinen-Beweger, erfunden von Francis Watkins, über Ritchie's, auch in dieser Hinsicht erläuternden Rotations-Apparat ꝛc. vgl. Schmidt's (oben S. 1807 Anm. erwähnte) Beschreibung.

ξ) Als Humphry Davy jenem S. 1729 gedachten Funkenbogen, welchen die in Kohlenspitzen auslaufenden Elektroden der großen Volta'schen Batterie gewährten, unter sehr spitzem Winkel einem Magnetpol näherte, wurde er, gleich einem frei beweglichen Schließungsdraht angezogen (während der entgegengesetzte Magnetpol ihn abstieß), und gerieth er in kreisende Bewegung; was unter Anderm darthut, daß es sich in dem Funkenbogen von einem, aus wägbaren, höchst flüssigen Stoffen bestehenden (elektrisch-flüssigen) Elektromagnet handelt. In

*) Grove's Berechnung zufolge sind 45 Pfd. Zink erforderlich, um 24 Stunden hindurch die Wirkung von 1 Pferdekraft (d. i. gleich der Gesammtkraft von 6 Menschen) zu erzeugen. In England kostete zu jener Zeit (vor einigen Jahren) das Zink 11 Schill. u. 3 D.; die zur constanten Kette erforderlichen $50^1/_2$ Pfd. Azotsäure berechnete sich zu 1 Pfd. Sterling 5 Schilling und 3 D., was mit dem Aufwand von Schwefelsäure zusammengenommen 1 24stündige Pferdekraft zu 1 L. 16 Sh. 6 D., d. i. zu einem Betrage von nahe 21 Gulden rhein. berechnen ließ; während die gleiche Triebkraft, durch Wasserdampf bewirkt, nur wenige Schillinge an Kosten verursacht. Die Verwerthung des neben erzeugten schwefelsauren Zinkoxyds oder sog. weißen Vitriols, deckt nur einen sehr kleinen Theil jener durch die galv. Kette erwachsenden Ausgaben.

verdünnter Luft verlängerte er sich von 1 Zoll bis zu 4 Zoll (S. 1734 *); über verschiedene, an jenes magnetische Verhalten geknüpfte Folgerungen,

*) In wiefern in diesem Lichtbogen, neben der dem Gase (der zwischen den Kohlenspitzen lagernden Luft) durch die Elektroden zu Theil gewordenen, ursprünglichen elektropolaren Bewegung (oder sog. elektrischen Strömung) auch noch spätere [secundäre] photo- und thermo-elektrische eintrat? bleibt in Frage gestellt. Daß letztere aber, unter anderen Umständen, nachweisbar erscheint, dafür spricht folgender Versuch E. Becquerel's: von zwei jodirten Silber- (oder statt derselben Platin-) Platten wurde die erste mit dem einen, die zweite mit dem anderen Drahtende des Multiplicators leitend verbunden, die abgewendeten Plattentheile aber in Wasser getaucht (mit dem also beide Platten eine galv. Kette bildeten), und dann eine derselben beschattet; es erfolgte Ablenkung der Magnetnadel; Poggend. Ann. LIV, 152 und LV, 136. Welchen Antheil an dieser Ablenkung [der Wasser-Bedeckung ohngeachtet] etwa eingetretene ungleiche Platten-Anwärmung hatte? dürfte schwierig zu beantworten seyn, und in dieser Hinsicht unter andern auch erinnern an jene ungleiche Einwirkung, welche gewisse Grundstoffe auf einen Lichtstral ausüben, wenn sie denselben: als zu tropfbaren Flüssigkeiten verbundene chemisch-wirksame (z. B. als C_5H_4 des Terpentinöls), zur kreisförmigen Polarisirung bringen und in dieser Hinsicht leisten, was sonst nur krystallinisches Gefüge darbietende Durchsichtige zu gewähren vermögen. Es erfolgt nämlich solche Polarisirung gewöhnlichen Weges unter andern, wenn man einen durch Spiegelung polarisirten Lichtstral durch eine senkrecht zur Axe geschliffene Quarzplatte fallen läßt, während ein dergleichen ursprünglich geradlinig polarisirter Lichtstral elliptisch polarisirt erscheint, wenn er unter einem bestimmten Einfallswinkel, mittelst Reflexion von einem, seiner Rückstralungs-Ebene nach unter 45° gegen die Polarisations-Ebene geneigten Metallspiegel zurückgeworfen wird. Zu jenen kreisförmigen Polarisirung bewirkenden Stoffen gehört auch das Dextrin (S. 1349), das gleich dem Traubenzucker und dem festen Theil des Honigs, so wie dem nicht erhitzten Hartzucker ꝛc. die Polarisations-Ebene rechts dreht, während des Honigs- und des Traubenzuckers flüssige Antheile, und ebenso der bis zu 100° C. erhitzte Hartzucker (Rohr- und Rüben-Zucker), desgleichen das arabische Gummi, das flüssige Lorbeeröl, das Terpentinöl und dessen Dampf ꝛc. Links-Drehung bewirken; vergl. S. 1349 u. 1702. Um übrigens das Drehungsvermögen fließlicher wie gasiger Flüssigkeiten zu prüfen, schließt man sie in Glasröhren von mehreren Zoll Länge ein, die man an beiden Enden mit ebenen Glasplatten begrenzt. Die in dieser Hinsicht wirksamsten Flüssigkeiten sind jedoch, verglichen mit dem starken Drehungsvermögen eines starren Körpers der Art, zumal des Bergkrystalles, nur von geringer (30 bis 40 mal schwächerer) Wirksamkeit, was freilich nicht geeignet ist, jener Meinung [S. 1751] das Wort zu reden, daß das Berechnungsvermögen der Stoffe für Licht im zusammengesetzten Verhältniß der Dichte und der „Brennbarkeit" stehe, wie solches Newton, Euler, Biot u. A. gefunden zu haben glaubten — wogegen aber Deville's Versuche — Poggendorff's Ann. LI, 422, 433 u. LVII, 267 sprachen, indem sie zu der Folgerung führten, daß das Brechungsvermögen nur von der Dichte abhängig sey; indessen darf man nicht vergessen, daß, während die Dichte des gasigen Oxygen = 1,103, jene des gasigen Azot = 0,976 und die des gasigen Hydrogen = 0,0688 ist, ihr Brechungsvermögen, das des sog. leeren Raumes = 1,000 000 gesetzt, sich verhält, wie folgt: O-Gas = 1,000272; A-Gas = 1,000300 und H-Gas = 1,000138. — Setzt man das Brechungsverhältniß aus dem sog. leeren Raum in Luft = n, jenes des in Wasser = m und das in Glas = p, so ist es aus der Luft in Wasser = $\frac{m}{n}$ und aus Wasser in Glas = $\frac{p}{m}$. Weiter ergiebt sich, aus hieher gehörigen Untersuchungen, daß, wenn ein Lichtstral drei oder mehrere ungleich dichte, von gleichlau-

durchziehenden inducirten Strom (S. 1801) an, dessen Richtung jener des im ersten Drahte vorhandenen Stroms entgegengesetzt ist, kehrt darauf aber in ihre vorige Stellung, also auf den 0-Punkt der Ablenkung zurück und verbleibt nun fortan in Ruhe. Wie hier der eine elektrische Hauptstrom den inducirten Nebenstrom hervorrief, so wirkt auch der als dem magn. Aequator parallel angenommene elektrische Erdstrom, wie Solches Faraday durch Versuche nachgewiesen hat; Gilb. Ann. LXXI, 169; LXXII, 118, 120 u. 125; verglichen mit de la Rive's hieher gehörigem Versuch; a. a. O. S. 222 ff. Ampère, mit einigen Erdforschern: jenseits der sog. Erdrinde einen metallenen Erdkern voraussetzend, meint: daß die elektrischen Innenströme der Erde, die innere Erdwärme erzeugend, vorzüglich dort zu suchen seyen, wo Metallkern und (oxydirte) Erdrinde sich begrenzen und daß sie es sind, welche im Eisen 2c. verworrene und daher einander aufhebende Molecul-Umströmungen vorfindend, dessen Magnetismus, so wie den mancher Gesteine, durch Regelung und Unterordnung dieser Ströme unter ihre eigene Richtung hervorrufen und in dieser Hinsicht ähnlich wirken jedem auf der Erde künstlich erzeugten elektrischen Strome; im Eisen dauere jedoch solche Magnetisirung nur so lange, als es solchen Strom-Regelungen unterworfen erscheine, im Stahl hingegen (vergl. S. 378) erfolge bleibende Herstellung also geregelter Molecul-Umströmungen; s. w. u. (Welche Leitungs-Unterschiede die verschiedenen Gebirgsarten oder Gesammt-Gesteine darbieten, steht noch zu bestimmen, dürfte aber, ermittelt, nicht nur für die Kenntniß der Ursachen des Erdmagnetismus, sondern auch für die Erklärung der sog. Variationen der Magnetnadeln nicht bedeutungslos seyn. Pouillet zufolge leitet Pt 2 Millionen und 500,000 mal besser als eine gesättigte Kupfervitriol-Lösung und diese 400 mal besser als Wasser. Die Leitung des Cu = 100 gesetzt, ist nach Ries jene des Ag = 148 (nach Lenz = 136), des Au = 88 (n. L. 80), des Fe 17 (n. L. 18), des Sn 15 (n. L. 30), des Pt 15 (n. L. 14), des Pb 10 (n. L. 15), des Neusilber nach Lenz = 9 und die des Zn, nach Becquerel = 28. Christie fand die Leitung des Au = 110, jene des Ag gleich 115, die des Zn = 52, des Pt = 24, des Sn = 25, des Fe = 22, des Pb = 12. Die Leitungsgüte des Messing bestimmte Ries zu 28, Lenz zu 29. Der Grund dieser zum Theil so beträchtlichen Abweichungen der Leitungsgrößen: Bestimmungen dürften wohl hauptsächlich in der ungleichen chemischen Reinheit der dabei befragten Metalle zu suchen seyn. Regnault fand, daß 1/10000 Pb dem Mr zugesetzt, die Destillirbarkeit (Verdampfbarkeit) des letzteren Metalles beträchtlich verlangsame, daß Zn erst im Verhältniß von 1 zu 15 (Mr) Aehnliches bewirke, während 89 Pt zu 70 Mr dessen Verdampfung beschleunige, in dieser Hinsicht also für Mr Aehnliches bewirke, was es als guter Wärme-

Leiter in Beziehung auf zu destillirende Schwefelsäure, Azotsäure, Essigsäure, Wasser, Weingeist 2c. leistet, indem es, in Drahtform diesen Flüssigkeiten beigegeben, ihre Destillation sehr merklich beschleunigt. Während man in neuerer Zeit den Multiplicator unter andern auch zur Auffindung in der Nähe von Meeresküsten versenkter Metallmassen und Volta'sche Batterien zur Entzündung großer unter dem Wasser, oder in Wällen 2c. verborgener Schießpulvermassen, Bomben 2c. vorschlug, knüpfte man an ersteren eine der nützlichsten Erfindungen: die der elektromagnetschen Telegraphen (S. 1747). Während Lamond's vor 62 und Reiser's vor 55 Jahren in Vorschlag gebrachten elektrische Telegraphen, v. Sömmerring's vor 39 Jahren versuchtem galvanischen und auch v. Steinheil's 1838 zu München in Versuch genommenem phonomagnetischen*) Telegraph nur wissenschaftliche Beachtung zu Theil wurde, gelangten die elektromagnetischen Telegraphen, nachdem Fechner zu Leipzig, im Jahr 1828, deren Ausführbarkeit als vollkommen möglich nachgewiesen hatte, nach und nach zur Anwendung, und durch diese zur zeitgemäßen Vervollkommnung. Der hieher gehörige Wheatston'sche ist in England zuerst und am meisten in Gebrauch genommen, dann aber auch in anderen Ländern, als dem Bedürfniß: in wenigen Minuten mit Personen entfernter und sehr entfernter Gegenden wechselseitige Benachrichtigung pflegen zu können, anerkannt und benutzt worden. Wheatston's elektromagnetischer Telegraph besteht der Hauptsache nach aus einem Hufeisenmagnet, bei dem jeder seiner beiden Schenkel mit einem seitlich (durch Seide-Ueberzug) isolirten Kupferdraht so umwickelt ist, daß die beiden Enden jedes dieser Drähte anderweiten Verbindungen unterworfen werden können. Jedes der beiden der einen Seite beider Schenkel zugehörigen Drahtenden reicht bis zur Station (d. i. bis zu jenem Orte, wo die Zeichen gegeben werden sollen), während die anderen beiden Enden mit einer beharrlich andauernden galv. Kette in Verbindung stehen. Der hier entwickelte elektrische Strom, magnetisirt das Hufeisen und bewirkt so, daß dasselbe seine eiserne Armatur zu sich zieht. Unterbricht man nun bei der galv. Kette die Strömung, so geht die Armatur, mittelst des Gegendruckes einer sog. Feder, in die vorige (vom Magnete entfernte) Lage zurück. Zugleich wird aber in Folge solchen Wechsels eine kreisrunde Scheibe des Stationsortes in Bewegung gesetzt, deren Rand die großen Buchstaben des Alphabets

*) Bestand aus kleinen, von Magnetstäben bewegten Hämmern, welche, gemäß denen bald nach der einen, bald nach der anderen Seite erfolgenden magnetisch bewirkten Schwingungen, höhere oder tiefere Töne erklingen machten, nachdem die Anhebezeichen (Signale) mit den großen lateinischen Buchstaben des Alphabets in Uebereinstimmung gebracht worden waren; indem z. B. ·.· d. i. ein hoher, darauf ein tiefer und dann wieder ein hoher Ton den Buchstaben V andeutete.

enthält, die aber vorn mit einem Kasten so verdeckt worden, daß man durch eine Oeffnung desselben stets nur einen Buchstaben der sich drehenden Scheibe zu sehen vermag. Eine zweite, am Rande mit demselben Buchstaben versehene Scheibe, befindet sich ohnfern der galv. Kette. Sie besteht aus einem, um eine metallene Axe drehbaren messingenen Kreise, der, gleich der ersten Scheibe, nahe dem Rande mit den 24 Buchstaben des Alphabets bezeichnet, zugleich oberhalb jedes Buchstabens, also am äußersten Rande, einen metallenen Stab darbietet. Es dienen diese Stäbe dazu, die Scheibe um eine Buchstaben-Weite zu drehen, indem man den zugehörigen Stab mit einem Finger berührt und weiter schiebt. Drehet man aber in dieser Weise den Kreis und fährt man darin fort, so drückt eine metallene Feder bald auf einen leitenden, bald auf einen nicht leitenden (elfenbeinernen) Theil des Umfangs, wodurch dann die Leitung zur ersten Scheibe, bald unterbrochen, bald wieder hergestellt erscheint und bei dieser, kraft des elektromagnetisirenden Erregers, eine gleiche Bewegung bewirkt, wie die zweite Scheibe sie erhalten hatte, so daß also die erste Scheibe sich gerade so weit und nicht weiter dreht, als die zweite gedrehet worden war. In gleicher Weise hat man auf Eisenbahn-Stationen Wecker, gleichen Gang haltende Uhren ꝛc. hergestellt, und die Eisenbahnen selbst in Telegraphen-Linien verwandelt. Auch für die weiteste Ferne ist es nur jene Zeit, welche die Drehung der zweiten Scheibe erfordert, die als dabei verbraucht in Anrechnung zu bringen steht; die Mittheilung selbst erfolgt für alle unsere Zeitmesser zeitlos. Was aber mit solcher Telegraphen-Einrichtung, in Absicht auf Zeichen-Mittheilungen in verschiedenste Richtungen, schon jetzt geleistet werden kann davon zeug't London's Centralbureau des elektrischen Telegraphen; vergl. Oesterr. Lloyd 1848, S. 123, und daraus im mehr erwähnten Kunst- und Gewerbebl. ꝛc., 1848. Heft 2, S. 133 ff. Um bei etwa irgendwie eintretender Draht-Verletzung, mit möglichst wenig Zeitaufwand und ohne die Erde aufgraben zu müssen, sogleich einen zweiten Draht in Gebrauch nehmen zu können, enthält jede der neun (in der Erde, durchaus gegen Wasser-Andrang geschützt gelegten), nach verschiedenen Richtungen lagernden Röhren, neun seitlich wohl isolirte Drähte. — Der Erfindung der elektromagnetischen" Telegraphen folgte, im Jahr 1833 die des magneto-elektrischen, durch Gauß und W. Weber, gestützt auf die magneto-elektrische Thatsache: daß ein Leiter, der, parallel einem unter ihm in seiner natürlichen Nord-Süd-Richtung schwebenden Magnet gefestigt worden, sofort von N. nach S. elektrisch durchströmt wird, wenn man den Magnet plötzlich um seine Mitte mit dem Nordpol nach Westen dreht (und der einen S.-N.-lichen Strom darbietet, wenn die Drehung des Magnet-Nordpols nach Westen erfolgte). Solche elektrische Strömung darbietend, ist dann aber der Leiter, in

Beziehung auf Elektromagnetismus: ein Vertreter des Schließungsdrahts und wirkt daher, über auch noch so entfernte Magnetnadeln hinweggehend, auf dieselbe ablenkend, was in den Stand setzt, in größte Fernen telegraphische Zeichen ertheilen zu können, ohne daß Tageszeit oder Witterung dagegen zum Hinderniß würde. Was aber solches Verhalten des magnetoelektrischen Leiters für Telegraphie noch mehr begünstigt, ist der wohl zu beachtende Umstand, daß es zu diesen Leitungen keiner in die Erde zu legenden Röhren bedarf, sondern daß, endet der Draht in großen Platten, die zwischen liegende Erde selbst (Eisenbahn-Schienen 2c.): als Leiter des in dem Drahte erregten Stroms zu dienen vermag, wie solches durch v. Steinheil bei Anwendung von nur einem Draht erprobt wurde, während Gauß sich eines Doppeldrahts bedient hatte, der zwischen den telegraphischen Stationen die Hin- und Her-Leitung des elektrischen Stromes vermittelte. Daß es sich übrigens bei allen diesen sog. elektrischen Strömungen, den elektromagnetischen wie den magnetoelektrischen, nur von elektrischen Vertheilungsreihen (S. 1801) und darum zunächst weder von Anziehungen, noch von Abstoßungen, sondern nur von Bewegungs-Richtungen handele, zeigen die beschriebenen Verhalten der astatischen Magnetnadeln zu den Schließungsleitern und dieser zu jenen, die, unter sich, hierin jenen Wirkungen ähnlich sind, welche eine Reihe federharter Kugeln darbietet, wenn sie, schwebend aufgehängt oder auf einer Tafel liegend, den der einen oder der anderen Reihenend-Kugel ertheilten Stoß nicht nur fortpflanzen und Seitens jeder einzelnen, zwischen den Erdkugeln gegebenen Kugel: Rückstoß hervorgehen machen, sondern auch, in Absicht auf Richtung von der Stoßrichtung, wie von der Stellung der zu stoßenden Masse sich abhängig zeigen; auch läßt sich die Vertheilungsreihe von +E —E, +E —E, +E —E 2c. betrachten als eine Wellen-Reihung, in welcher +E den Wellenberg, —E das Wellenthal bezeichnet; wo +E und —E in demselben Raum zusammentreffen, entsteht 0E, wo —E zu —E, oder +E zu +E sich gesellt, Verstärkung dieser E; vergl. hiemit Faraday's Voraussetzung hinsichtlich der zwischen den Polen, in dem Schließungsboden stattfindenden Stoffverschiebungen; S. 1760. Ueber elektromagnetisch bewirkte Telegraphie vergl. auch oben S. 1747. — Um die Menge des zu galv. Vergoldungen (und Versilberungen) verwendeten edlen Metalles leicht zu ermitteln, bestimmt man, Herzog Maximilian v. Leuchtenberg zufolge (S. 1807 Anm.), zuvörderst z. B. den Goldgehalt einer gemessenen Menge der anzuwendenden Auflösung (des durch KKy gefäll'ten und wieder aufgelösten Au), merkt diesen an und verfährt dann, nach beendeter Vergoldung ebenso mit dem flüssigen Goldauflösungs-Rest. Zur Ausscheidung des Au (wie des Ag) dampft man die Flüssigkeit zur Trockne ein, legt davon 2 Grm. in einen tarirten Platintiegel, übergießt sie mit Schwefelsäure, erhitzt den Tiegel allmälig

bis zum Glühen, spült nun das hiedurch verbliebene $KOSO_3$ mit heißem Wasser hinweg, trocknet und wiegt den Tiegel, da dann der ihm verbliebene Gold-Antheil ihn, verglichen mit der Tara, mehr oder weniger belastet zeigt. Auch jene Perlmutter-Abdrücke, welche Brewster (mittelst schwarzem Siegellack, Rose'schem leichtflüssigem Metall-Gemisch ꝛc.) als iridisirende Flächen zu Stande brachte (S. 1667), hat man neuerlich galvanoplastisch dargestellt und ihnen so zugleich größeren Glanz und größere Luftbeständigkeit verliehen; denn jene Abdrücke, zumal die metallischen, litten bald durch Oxydation in solchem Maaße, daß ihr Iridisirungsvermögen fast verschwand. Der amerik. Physiker Brockelsby fand nämlich, daß eine auf ihrer Rückfläche bis zur Bloßlegung ihrer concentrischen Schichten abgeschliffene und dann polirte Perlmutter-Muschel, mittelst Rose'schem Metallgemisch einen Abdruck gewährte, der innerhalb einer AgKy-Auflösung mit der Kathode einer Volta'schen Batterie verbunden, schon nach Ablauf einiger Stunden einen Silberüberzug erhielt, der, mittelst eines Federmessers abgelöst, sich durch ungemein lebhaftes Iridisiren auszeichnete. Bleibender würde Letzteres zweifelsohne ausfallen, wenn man, statt mit Silber, mit Pallad das Rose'sche Metallgemisch überkleidet hätte.

ν) Arago zeigte zuerst, daß ein als Schließungsbogen der galv. Kette dienender Kupferdraht: Eisenfeilstaub anzieht und daß die hiebei sich bildenden kleinen Eisenmagnete um den Kupferdraht Ringe bilden, als wäre dieser ein Transversal-Magnet; *) d. h. als wäre er nicht

*) Beccaria erhielt Transversalmagnete, als er mit ihren Längen-Enden ost-westlich gelegte Stahlstäbe der Quere nach (von Norden nach Süden) elektrische Batterien entladen ließ. Ueber Darstellung von Transversalmagneten durch den Strich gewöhnlicher Längenmagnete, s. w. u. Ein seiner Länge nach nordsüdlich gelegter Stahldraht gewährt einen gewöhnlichen Longitudinal-Magnet, wenn er in dieser Richtung eine Leydener Flasche entladet, oder eine Volta'sche Batterie einen Augenblick hindurch schließt; das gegen Norden gerichtete Ende zeigt Nord-, das entgegengesetzte Süd-Polarität, sofern man, im letzteren Falle zuerst die Anode und zwar mit dem nordwärts gerichteten und dann erst die Kathode mit dem südlichen Ende berührte. Bringt man dagegen einen schon magnetisirten Stahldraht in die entgegengesetzte Richtung, so daß sein Südpol gegen Norden gerichtet liegt, und läßt ihn nun wiederholt von Entladungsschlägen durchzucken (durchschwingen), so wird zuvörderst seine Polarität geschwächt, dann aufgehoben und endlich verkehrt, so, daß nun Südpol ist, was sonst Nordpol war, und umgekehrt. Stellt man einen unmagnetischen Stahlstab lothrecht und entladet dann durch ihn eine elektrische Batterie, so hat das untere Ende Nord-, das obere Süd-Polarität. — Wie sich elektromagnetische und magnetoelektrische Ströme zu Innentheilen, zumal leibenden, der Menschen und Thiere verhalten würden (vergl. S. 1758 Anm.)? ist zu ermitteln; unter den neueren Aerzten hat unter Anderen Fabre Palaprat in ähnlicher Weise, wie ich vor 35 Jahren vorschlug, die Hindurchleitung chemisch wirksamer Stoffe krankhafte Leibestheile, namentlich des Jod (bei Verschleimungen) mit gutem Erfolge in Anwendung gebracht; vorzüglich sollen sich zu dergleichen Hindurchleitungen eignen der inducirte Strom des hieher gehörigen Neeff'schen Apparats. Die magnetoelektrischen Ströme (S. 273) wirken auf lebende Nerven

seinen geradlinigen Längen-, sondern seinen dergleichen Quer-Richtungen nach polar, so daß, findet sich letzteres Verhältniß in sämmtlichen, zwischen seinen Längen-Enden denkbaren Querschnitten nach entwickelt, er seiner einen Längen-Hälfte nach nordpolarisch, der andern zufolge südpolarisch sich bethätigt; was sich zeigt, wenn ein also gearteter Magnet frei beweglich aufgehängt worden. Aber jenes Hängenbleiben der Eisenmagnetchen, dauerte nur so lange, als der Kupferdraht Schließungsdraht war; mit dem Aufhören der in ihm regen elektrischen Strömung, fielen sämmtliche Eisentheilchen von demselben ab. Als dann, bei Wiederholung solcher Versuche, statt weichen Eisens Stahl gewählt wurde, wurde dieser andauernd magnetisch; verhielt sich mithin hier, wie beim Magnetisiren des Eisens und des Stahls durch den sog. Strich; S. 320, 377 u. w. u. Je mehr feinkörnig und gleichförmig hart der Stahl, um so mehr andauernd ist der ihm, erwähnten (wie jeden anderen) Weges ertheilte Magnetismus. Größte Härte verlangsamt die Magnetisirung am meisten, wie größte Weiche (des Stahls, wie des Eisens) sie möglichst erleichtert. Steckt man eine nicht magnetische Stahlnadel in eine Glasröhre, die zuvor von einer Kupferdraht-Spirale umwickelt worden, hängt das Ganze dann (in seinem Schwerpunkt) frei schwebend in der Richtung des magnetischen Meridians (also parallel der Abweichungsnadel-Axe) auf und läßt nun den elektrischen Strom in den Kupferdraht eintreten, so findet sich die Nadel in demselben Augenblick auch vollständig magnetisirt, und hatte man dabei die Röhre von mehreren einander folgenden, durch Seide-Ueberspinnung seitlich isolirten Drähten dergestalt umwickelt, daß die erste Spirale z. B. rechts-, die folgende links-, die dritte wieder rechts- ꝛc. gewunden erscheint, so bieten je zwei derselben, an den Verbindungsstellen ihrer einander entgegenstehenden Enden für die Nadel Folgepunkte dar, und jede einzelne Spirale wirkt dann auf dieselbe: als ob nur sie allein zugegen wäre, hierin sogenannten anomalen (d. i. zusammengesetzten) Magneten ähnlich, deren Süd- und Nordpole nach einander, innerhalb ihrer Länge, mehrmals abwechseln, darum auch Folgepunkte genannt werden. Einen sehr tragkräftigen Elektromagnet erhält man, wenn man eine einem hufeisenförmigen Magnet ähnlich gestaltete, cylindrische, dicke Eisen-

eindringlicher (intensiver), als die der Volta'schen Batterie, aber minder chemisch zersetzend, jedoch hierin sowohl die der sog. trocknen Säulen (S. 1877 ff. u. 1787), als die thermoelektrischen hinter sich zurücklassend; wie sich photoelektrische (S. 1659) in dieser Hinsicht verhalten würden, ist unbekannt. — Einen Elektromagnet erhielt übrigens auch Cunningham, als er zwei ungleiche metallene Leiter mit einem feuchten Leiter (also eine galv. Kette) in frei schwebende Stellung brachte. Ritter sah Aehnliches vor 45 Jahren an einer Zinksilber-Nadel, die in der Nähe eines großen Hufeisenmagnets hing und wahrscheinlich von Wasserdunst beschlagen war.

Stange, in einander möglichst eng anliegenden Windungen mit, durch Seidenüberzug seitlich isolirten, ein bis zwei Linien dicken Kupferdraht spiralförmig so umwickelt, daß jedes freie Ende der Spirale, abwärts vom zugehörigen Hufeisen-Schenkel, in einen Mercur-haltigen Metallnapf gesenkt werden kann, in den zugleich der Kupferdraht des einen der metallischen Erreger (z. B. des Cu oder der Kohle) einer starken, andauernd gleichförmig wirkenden galv. Kette hineinreicht, während der des anderen Erregers (z. B. des Zn) in gleicher Weise mit dem Kupferdrahtende des zweiten Schenkels zusammentrifft (S. 1784). Wird dann eine starke, den sog. Anker des Hufeisens vertretende, an ihrer unteren Seite mit einem Haken oder Ring zum Einhängen von Wagschaale und Gewichten versehene Stahlplatte, mit ihrer oberen Seite der Schenkelenden angefügt, so trägt diese, so lange die Verbindung mit der galv. Kette dauert, leicht mehr denn 2000 Pfd., die sogleich abfallen, sobald man einen oder den anderen Kupferdraht heraushebt. Ist indessen das Eisen nicht sehr weich, so verbleibt ihm immer noch etwas Tragkraft, zumal wenn der Anker nicht abgelöst worden, und wählte man statt der Eisenstange eine Stahlstange, so ist dieser Rückstand von Magnetismus stets sehr beträchtlich. Der Nordpol solchen Elektromagnets liegt dort, wo der Nordpol der Spirale hinfällt; Verwechselung der Spiralenden-Näpfe, so daß nun mit Zn-Pöldraht leitend verbunden erscheint, was zuvor, als Spiral-Ende, mit dem Cu-Pol in Verbindung stand, führt zum Wechsel der Pole des Elektromagnet. Jener großen Tragkraft ohngeachtet, waltet übrigens Magnus zufolge, zwischen dem gewöhnlichen und dem Elektro-Magnet sehr merkliche Bethätigungs-Verschiedenheit; ein Elektro-Magnet, der geschlossen (d. i. mit dem Anker versehen) 140 Pfd. trug, zeigte geöffnet, Seitens jedes einzelnen Pols nur 1 bis 2 Pfd. Tragkraft, während ein gewöhnlicher Hufeisen-Magnet, der geschlossen nur 10 Pfd. zu tragen vermochte, mit jedem einzelnen Pol ein Tragvermögen von mehr als 2 Pfd. entwickelte. Ist indessen die galv. Kette wirklich vollkommen gleichmäßig beharrend (durchaus constant), so läßt sich die Gesammttragkraft des Elektro-Magnet auch in ähnlicher Weise (jedoch im Ganzen genommen nur wenig), verstärken,*) wie das eines gewöhnlichen Magnet, und auch dort wirkt, wie hier, plötzliches Abreißen der getragenen Last schwächend; dort jedoch weit weniger, als es bei gewöhnlichen Magneten der Fall ist. Aus Jacobi's und Lenz's hieher gehörigen Untersuchungen, ergab sich folgendes, den Elektomagnetismus betreffendes Gesetzliche: a) die Stärke des in Stahlstäben durch galvanische Ströme erregten Magnetismus steht mit der Stärke der Ströme in geradem Verhältniß; b) umgeben den

*) Ob merklicher, wenn der Elektromagnet im magnetischen Meridian hängt? fragt sich.

Eisenstab mehrere einzelne Drahtwindungen, so ist die Gesammtwirkung aller Windungen gleich der Summe aller Einzelnwindungs-Wirkungen; c) bei gleicher Stromstärke und gleicher Anzahl von Windungen gewähren dünn- und dick-drähtige Spiralen gleich starke Magnetismen, vorausgesetzt, daß bei hieher gehörigen Versuchen, die mit der Drahtdünnung wachsende Zunahme des Leitungswiderstandes (S. 1762, 1778) nicht unbeachtet blieb (ob die Windungen gleich oder ungleich weit sind, ist bei Strömen von gleicher Stärke ohne Einfluß); d) die Tragkräfte zweier geradlinigen Elektromagnete (oder auch jene: eines Magnet und seines Ankers), verhalten sich wie die Quadrate der elektromagnetischen (oder der magnetischen) Ströme; e) der zu erregende Magnetismus erreicht sein Größtes (sein Maximum), wenn der gesammte Widerstand der galvanischen (einfachen oder zusammengesetzten) Kette dem gesammten Widerstande des Spiral-Drahtes gleich ist; f) die Größten (Maxima) zweier Elektromagnete verhalten sich wie die Quadratwurzeln der gesammten, in der Kette sich bethätigenden Zinkoberfläche; g) bei gleicher Länge der zu elektromagnetisirenden Stäbe, und bei gleich starken Strömen stehen die Größten im Verhältniß der Durchmesser der Stäbe, und h) die (mit den Tragkräften nicht zu verwechselnden) Anziehungen verhalten sich wie die Quadrate der Stromstärken. Poggendorff's Annalen LIV, 162 ff. Jacobi faßte (1835, damals zu Königsberg) zuerst den Gedanken: die abwechselnden Anziehungen und Abstoßungen zweier einander gegenüber befindlichen, in der Gegenstellung ihrer Pole wechselnden Elektromagnete, als bewegende Kräfte für Maschinen zu verwenden, Stratingh und Becker zu Gröningen benützten sofort diesen Wink zur Erfindung eines elektromagnetisch bewegten Wagens; Jacobi selbst setzte den 25. September 1838 elektromagnetisch ein Boot in Bewegung, das Tage lang mit 10 bis 12 Personen die Newa befuhr; Wagner zu Frankfurt versuchte für einen auf eisernen Schienen laufenden Wagen, durch andauernd erregten Elektromagnetismus die Wirksamkeit der Dampfmaschine gefahrlos zu ersetzen, der Mechaniker Bauer zu Nürnberg setzte elektromagnetisch eine Bretschneide-Maschine, der Mechaniker Stöhrer zu Leipzig, in gleicher Weise seine Drehbank in Bewegung ꝛc. Jacobi's w. u. beschriebenen Vorrichtung folgten bald andere, auf gleiche Grundsätze gestützte, unter welchen die von Wheatston zu London beschriebene (a. a. O. LXI, 424 ff.) vorzüglich beachtenswerth ist. Alle bis jetzt versuchten, hieher gehörigen Anwendungen auf Maschinen-Betrieb, scheiterten hauptsächlich an der Kostspieligkeit der solchen Weges erzeugten Bewegungen; gelänge es, dieses Hinderniß zu beseitigen was vielleicht mittelst des Magnetoelektricismus eher möglich wird, als durch den Elektromagnetismus (s. w. u.), so würde sich dann wahrscheinlich auch darthun lassen: daß elektrisch erzeugte Maschinen-Bewegung vor der durch Dampfdruck bewirkten sich auch dadurch vortheilhaft

auszeichnet, daß bei ersterer nicht, wie bei letzterer, die Steigerung der Bewegkraft mit den Erzeugungskosten im geraden Verhältniß steht, sondern daß mäßige Kosten-Vermehrungen schon hinreichen, beträchtliche Verstärkungen der elektromagnetischen Bewegkräfte hervorzurufen.*) Jacobi's Vorrichtung zur elektromagnetischen Maschinen-Bewegung besteht zunächst aus zwei lothrecht gestellten, einander parallelen Scheiben, einer hölzernen unbeweglichen, an ihrem Umfange mit acht Hufeisen versehenen und einer um ihre wagrechte Axe drehbaren, ebenfalls acht den vorigen gleiche Hufeisen darbietenden; wird letztere gedrehet, so gehen die Endflächen ihrer Hufeisen an jenen der ersteren Scheibe sehr nahe vorüber. Beide Hufeisen-Folgen sind mit dickem Kupferdraht umwickelt und finden sich durch einen Schwengel (Commutator; S. 1817) mit einer kleinen Volta'schen Batterie dergestalt in Verbindung gesetzt, daß die Enden der zur beweglichen Scheibe gehörigen Hufeisen in dem Augenblicke, da diese Scheibe gedrehet wird, von jenen Hufeisenenden der feststehenden Scheibe, welche in der Dreh-Richtung liegen, angezogen, von denen in der entgegengesetzten Richtung liegenden hingegen abgestoßen werden, was eine andauernde Kreisbewegung der beweglichen Scheibe zur Folge hat, deren Geschwindigkeit jedoch nur bis zu einer gewissen Grenze wächst, dann aber gleichförmig wird, weil die Elektromagnete selbst in dem Spiraldraht inducirend Gegenströme hervorrufen, zu deren Entstehen Zeit erfordert wird, die aber auch den Zink-Verbrauch mäßigen. Ueber 3 verschiedene elektromagnetische Maschinen-Beweger, erfunden von Francis Watkins, über Ritchie's, auch in dieser Hinsicht erläuternden Rotations-Apparat 2c. vgl. Schmidt's (oben S. 1807 Anm. erwähnte) Beschreibung.

ξ) Als Humphry Davy jenem S. 1729 gedachten Funkenbogen, welchen die in Kohlenspitzen auslaufenden Elektroden der großen Volta'schen Batterie gewährten, unter sehr spitzem Winkel einem Magnetpol näherte, wurde er, gleich einem frei beweglichen Schließungsdraht angezogen (während der entgegengesetzte Magnetpol ihn abstieß), und gerieth er in kreisende Bewegung; was unter Anderm darthut, daß es sich in dem Funkenbogen von einem, aus wägbaren, höchst flüssigen Stoffen bestehenden (elektrisch-flüssigen) Elektromagnet handelt. In

*) Grove's Berechnung zufolge sind 45 Pfd. Zink erforderlich, um 24 Stunden hindurch die Wirkung von 1 Pferdekraft (d. i. gleich der Gesammtkraft von 6 Menschen) zu erzeugen. In England kostete zu jener Zeit (vor einigen Jahren) das Zink 11 Schill. u. 3 D.; die zur constanten Kette erforderlichen $50^1/_2$ Pfd. Azotsäure berechnete sich zu 1 Pfd. Sterling 5 Schilling und 3 D., was mit dem Aufwand von Schwefelsäure zusammengenommen 1 24stündige Pferdekraft zu 1 L. 16 Sh. 6 D., d. i. zu einem Betrage von nahe 21 Gulden rhein. berechnen ließ; während die gleiche Triebkraft, durch Wasserdampf bewirkt, nur wenige Schillinge an Kosten verursacht. Die Verwerthung des neben erzeugten schwefelsauren Zinkoxyds oder sog. weißen Vitriols, deckt nur einen sehr kleinen Theil jener durch die galv. Kette erwachsenden Ausgaben.

verdünnter Luft verlängerte er sich von 1 Zoll bis zu 4 Zoll (S. 1734 *); über verschiedene, an jenes magnetische Verhalten geknüpfte Folgerungen,

*) In wiefern in diesem Lichtbogen, neben der dem Gase (der zwischen den Kohlenspitzen lagernden Luft) durch die Elektroden zu Theil gewordenen, ursprünglichen elektropolaren Bewegung (oder sog. elektrischen Strömung) auch noch spätere [secundäre] photo- und thermo-elektrische eintrat? bleibt in Frage gestellt. Daß letztere aber, unter anderen Umständen, nachweisbar erscheint, dafür spricht folgender Versuch E. Becquerel's: von zwei jodirten Silber- (oder statt derselben Platin-) Platten wurde die erste mit dem einen, die zweite mit dem anderen Drahtende des Multiplicators leitend verbunden, die abgewendeten Plattentheile aber in Wasser getaucht (mit dem also beide Platten eine galv. Kette bildeten), und dann eine derselben beschattet; es erfolgte Ablenkung der Magnetnadel; Poggend. Ann. LIV, 152 und LV, 136. Welchen Antheil an dieser Ablenkung [der Wasser-Bedeckung ohngeachtet] etwa eingetretene ungleiche Platten-Anwärmung hatte? dürfte schwierig zu beantworten seyn, und in dieser Hinsicht unter andern auch erinnern an jene ungleiche Einwirkung, welche gewisse Grundstoffe auf einen Lichtstral ausüben, wenn sie denselben: als zu tropfbaren Flüssigkeiten verbundene chemisch-wirksame (z. B. als C_5H_4 des Terpentinöls), zur kreisförmigen Polarisirung bringen und in dieser Hinsicht leisten, was sonst nur krystallinisches Gefüge darbietende Durchsichtige zu gewähren vermögen. Es erfolgt nämlich solche Polarisirung gewöhnlichen Weges unter andern, wenn man einen durch Spiegelung polarisirten Lichtstral durch eine senkrecht zur Axe geschliffene Quarzplatte fallen läßt, während ein dergleichen ursprünglich geradlinig polarisirter Lichtstral elliptisch polarisirt erscheint, wenn er unter einem bestimmten Einfallswinkel, mittelst Reflexion von einem, seiner Rückstralungs-Ebene nach unter 45° gegen die Polarisations-Ebene geneigten Metallspiegel zurückgeworfen wird. Zu jenen kreisförmigen Polarisirung bewirkenden Stoffen gehört auch das Dextrin (S. 1349), das gleich dem Traubenzucker und dem festen Theil des Honigs, so wie dem nicht erhitzten Hartzucker rc. die Polarisations-Ebene rechts dreht, während des Honigs- und des Traubenzuckers flüssige Antheile, und ebenso der bis zu 100° C. erhitzte Hartzucker (Rohr- und Rüben-Zucker), desgleichen das arabische Gummi, das flüssige Lorbeeröl, das Terpentinöl und dessen Dampf rc. Links-Drehung bewirken; vergl. S. 1349 u. 1702. Um übrigens das Drehungsvermögen fliesslicher wie gasiger Flüssigkeiten zu prüfen, schließt man sie in Glasröhren von mehreren Zoll Länge ein, die man an beiden Enden mit ebenen Glasplatten begrenzt. Die in dieser Hinsicht wirksamsten Flüssigkeiten sind jedoch, verglichen mit dem starken Drehungsvermögen eines starren Körpers der Art, zumal des Bergkrystalles, nur von geringer (30 bis 40 mal schwächerer) Wirksamkeit, was freilich nicht geeignet ist, jener Meinung [S. 1751] das Wort zu reden, daß das Berechnungsvermögen der Stoffe für Licht im zusammengesetzten Verhältniß der Dichte und der „Brennbarkeit" stehe, wie solches Newton, Euler, Biot u. A. gefunden zu haben glaubten — wogegen aber Deville's Versuche — Poggendorff's Ann. LI, 422, 433 u. LVII, 267 sprachen, indem sie zu der Folgerung führten, daß das Brechungsvermögen nur von der Dichte abhängig sey; indessen darf man nicht vergessen, daß, während die Dichte des gasigen Oxygen = 1,103, jene des gasigen Azot = 0,976 und die des gasigen Hydrogen = 0,0688 ist, ihr Brechungsvermögen, das des sog. leeren Raumes = 1,000000 gesetzt, sich verhält, wie folgt: O-Gas = 1,000272; A-Gas = 1,000300 und H-Gas = 1,000138. — Setzt man das Brechungsverhältniß aus dem sog. leeren Raum in Luft = n, jenes des in Wasser = m und das in Glas = p, so ist es aus der Luft in Wasser = $\frac{m}{n}$ und aus Wasser in Glas = $\frac{p}{m}$. Weiter ergiebt sich, aus hieher gehörigen Untersuchungen, daß, wenn ein Lichtstral drei oder mehrere ungleich dichte, von gleichlau-

s. m. Grundz. II, 389 ff. Wie er sich unter Wasser verhalten haben würde, blieb in Frage gestellt; daß er aber auch hier vollkommen sichtbar (und ohne Zweifel auch in gleichem Maße elektromagnetisch) gewesen seyn würde, dafür spricht jene, vom Verf. dieses Hdbs. wiederholt gemachte Beobachtung: daß unter Wasser lagerndes Mercur hinreichend starke Volta'sche Batterien leuchtend schließt und ebenso auch der unter Wasser erzeugte und es durchleuchtende gewöhnliche elektrische Funke, den man wahrnimmt, wenn man die S. 1748 Anm. beschriebene Vorrichtung dahin abändert, daß man die nach Innen gerichteten (am besten durch Abschleifen zugespitzten) Platindrahtenden nur 2 Linien weit von einander fernen läßt und das Glas mit Wasser füllt. Es weisen aber diese ähnlichen, das Wasser sichtbar durchzuckenden elektrischen Funken darauf hin: daß deren Leuchten nur sehr kleinen (vielleicht kleinsten) Antheilen nach durch Luftpressungs-Hitze hervorgeht; vergl. S. 1732 u. 1734.*) Bemerkenswerth ist

senden Oberflächen begrenzte Mittel [Medien] durchschwingt, schlüßlich aber wieder in's Ausgangs-Mittel zurück tritt, er sich wieder der ursprünglichen Einfalls-Richtung gleichlaufend fortpflanzt. Die Anhänger der sog. Aether-Theorie müssen, wollen sie die Brechungs-Erscheinungen erklären, voraussetzen, daß der den durchsichtigen Wägbaren angehörige Aether in diesen (ohngeachtet er in denselben von den Anziehungen einander gegenüber erscheinender gewichtiger Flächen ergriffen, und mithin stärker gespannt seyn sollte, als ein nicht körperlich zurückgehaltener) weniger elastisch sey, als der des sog. leeren Raumes, weßhalb er sich dann auch minder beweglich und darum verlangsamt schwingend zeige; wie denn auch, ob solcher Verlangsamung, beim Uebertritt eines Lichtstrals aus der Leere in das volle Mittel, dessen Theilung in zwei Wellenfolgen hervorgehe; indem der eine Theil, mit der ursprünglichen Geschwindigkeit (als gespiegeltes Licht) zurückschwinge, der andere hingegen mit mehr oder weniger Geschwindigkeits-Minderung das volle Mittel durchwoge. — Legt man übrigens, in Beziehung auf das zuvor berührte Drehungs-Vermögen, zwei gleich dicke Bergkrystalle auf einander, von denen der eine links, der andere rechts gedreht ist und beschauet sie, also gelagert, im sog. Polarisations-Apparat, so bieten sie eine sehr schöne, aus kreisigen Ringen zusammengesetzte Figur dar, deren Ringe mit vier sichelförmig gekrümmten Speichen hervortreten.

*) Der russische Artillerie-Officier Robert fand vor einiger Zeit, daß Schießpulver seine Entzündbarkeit einbüße, wenn es mit Salpeter oder mit Kohlenstaub gemengt werde (Entstäubung von diesen Stoffen, mittelst Siebung bewirkt, stellte die Entzündlichkeit wieder her). Das Schießpulver verglimmt solchen Falls nur allmälig, ohne Verknallung, obgleich es bei den hierüber angestellten Versuchen in Tönnchen sich aufgehäuft fand. Ob es auch elektrisch (und galvanisch) unentzündbar ist, steht zu versuchen. Die Verbrennbarkeit der Schießbaumwolle (die nach Schmidt und Hecker stöchiometrisch = C_{24} H_{15} A_8 O_{40} seyn soll, und die, vorausgesetzt, daß die Baumwolle = C_{24} H_{20} O_{20} ist, entsteht, indem sie 5HO verliert und dagegen 5AO_5 aufnimmt), mindert sich durch solche Bestäubung nur sehr wenig. Pelouze hat übrigens bekannt gemacht, daß das von ihm im Jahr 1830 untersuchte, von ihm für Xyloidin gehaltene Erzeugniß Schießbaumwolle war (oben S. 1298). Den in Paris über die Wirkung der unter Verknallung verbrennenden Schießbaumwolle angestellten Versuchen zufolge, wirkten für Geschütz 5 Gewichtstheile derselben, was sonst 13—14 Schießpulver leisten und nahm dieselbe nicht in dem Verhältniß der Vermehrung der Schießbaumwolle, sondern in merklich geringerem zu. Für Gewehre wurde die bei der Abbrennung eintretende starke Wasser-Erzeugung zum sehr

übrigens, in Beziehung auf das Verhältniß der Elektricität zum Lichte, die Thatsache, daß das elektrische Funkenlicht sich vorzüglich wirksam

---

beträchtlichen Hinderniß. Wie der Verf. dieses Hdbs. schon vor mehreren Jahren dadurch *farbige* Verpuffungen der Kohle zu Wege brachte, daß er die Kohle zuvor mit in Weingeist gelösten, Flamme färbenden Salzen tränkte, so haben auch *Frankenstein* und *Seguier* die Schießbaumwolle mit gelöstem $SrCh$, $NaOCO_2$, CuO-Salzen ꝛc. farbig verbrennen machen. Die *Trocknung* der Schießbaumwolle muß, unter Verminderung metallener Unterlagen und stralender Wärme, durch Strömung trockner (am sichersten: kalter) Luft, die *Versendung* derselben in inwendig mit Stanniol überzogenen Holzkisten erfolgen. *Schönbein* bereitete übrigens, dem von J. *Taylor* in England genommenen Patente zufolge, seine Schießbaumwolle, indem er zuvörderst 1 Maaß Azotsäure von 1,45 bis 1,50 Eigengew. mit 3 Maaß Schwefelsäure von 1,85 Eigengew. mischte, in das bis zu 15°—20° C. = 12°—16° R. erkaltete Gemisch die Baumwolle tauchte, sie dann, nachdem sie von der Flüssigkeit vollständig durchdrungen erschien, herauszog, auspreßte, 1 Stunde hindurch in einem bedeckten Gefäße sich selber überließ, sie hierauf so lange mit Wasser wusch, bis dieses Lakmus nicht mehr röthete und sie nun, um jede Spur freier Säure zu entfernen, in einer Lösung von 1 Gewichtstheil carbonsaurem Kali in 150 Wasser auswusch und darauf trocknete. Also dargestellt zeigte sie sich sehr leicht verbrennbar, wurde es jedoch noch mehr, als man sie in eine verdünnte Lösung von Salpeter tauchte und schlüßlich trocknete. — Durch die Nachricht von *Schönbein's* Erfindung eines starker Reibungs-Elektrisirung fähigen Papiers [vergl. oben S. 1294] zu hieher gehörigen Versuchen bestimmt, fand *Poppe*, daß schon gewöhnliches *Schreibpapier* ungemein elektrisch wird, wenn man es, auf einem möglichst glatten und gleichmäßig stark erhitzten Elektricitäts-Ableiter (z. B. auf einer geglättet ebenen, von unten her erhitzten Metallplatte) unverschiebbar ausgebreitet, mit einem Stück Leinwand, oder einer Kleiderbürste gleichförmig reibt, da es dann, hebt oder reißt man es gleichförmig und auf einmal von der Unterlage ab, sofort an seiner oberen, wie an der unteren Fläche starke —E-Ladung darbietet (während mithin die Unterfläche durch Vertheilung mit +E geladen dieses +E abgeleitet hatte). Um jedoch gleichförmige und gleichzeitige Abhebung der gesammten, straff gespannten, schon bei den ersten Reibungsstrichen der Unterlage fest anhangenden Papierfläche bewirken zu können, spannt man das zuvor mit Wasser (nach Art der Ebenspannung zu Zeichnungen, Baurissen ꝛc. bestimmten Papierbogen) genäßte Papier über einen hölzernen Rahmen, es durch einen zweiten Rahmen festigend, trocknet es dann, und überzieht jene Rahmen-Stellen, welche man anfassen muß, um späterhin das Papier von seiner metallenen Unterfläche gleichzeitig und isolirt abheben zu können, mit Seide. Daß der Gesammt-Rahmen weit genug seyn muß, um die von ihm straff gehaltene Papierfläche genau anschließend auf die Metallplatte legen zu können, versteht sich von selber. Annoch auf derselben liegend, zeigt die Außenfläche des Papiers kein freies E, wohl aber, wenn es von der Metallfläche entfernt worden, wie bemerkt: sehr starke elektronegative Ladung, die sich auf's Höchste steigerte, als P. das Papier zunächst, auf der rauhen Platte eines geheizten Ofens liegend gerieben, dann abgehoben und auf eine polirte Tischfläche gelegt und hier zum zweiten Male gerieben wurde; ein Bogen Maschinenpapier von 2½ Geviertfuß Oberfläche gewährte Funken von 10 Zoll Schlagweite. Je mehr heiß die Unterfläche des Papiers während dessen Reibung erhalten wurde, um so stärker erfolgte die Elektrisirung, bis zur beginnenden Bräunung des Papiers durfte jedoch die Ofenhitze nicht steigen, denn dann verlor es das Vermögen, durch Reiben elektrisirt zu werden, fast ganz. Hebt man den, seiner papiernen Innenfläche nach, bereits durch Reibung ꝛc. elektrisirten Rahmen schnell ab, ihn sofort auf eine bereit gehaltene blanke Metallplatte so legend, daß noch eine dünne Schicht Luft zwischen beiden Gegenflächen sich befindet, und reibt nun das Papier auf's Neue, setzt dann einen gewöhnlichen, an seidenen Schnü-

zeigt, zur Erzeugung sog. Phosphorescenz (Beleuchtungs-Leuchten S. 1233), außerdem aber sind hinsichtlich jenes Verhältnisses, wie des Krystallmagnetismus (S. 784) besonders beachtenswerth, und rücksichtlich der Elektricität weiterer Verfolgung bedürftig, jene Licht-Entwickelungen, welche manche erstarrende Metalle und mehrere aus wässrigen Flüssigkeiten erfolgende Krystallisationen begleiten. Euler (zu Otterberg; Herberger's und Winkler's Jahrb. für prakt. Pharmac. ꝛc. VII, 98) überließ, nach Liebig's Verfahren dargestelltes Stib (S. 1258 ff.) dem ruhigen Erkalten; unmittelbar vor dem Erstarren gerieth die etwa 4 Pfd. betragende Metallmasse in hellleuchtendes Glühen; weiße, mitunter „von schönsten Lichtfunken durchblitzte" Nebel entlassend, die dadurch, daß sie sich an Innenwandungen und Randflächen des Schmelztiegels mit krystallinischem Stiboxyd bedeckten, darthaten, daß jenes Leuchten einem großen Theile nach durch „Verbrennung" *) zu Stande kam; hinsichtlich des übrigen Lichterzeugungs-Antheils erinnert diese Leuchtung an jene, durch Verbindung von Ag mit Pt entstandene; oben S. 869. Daß Kali-Sulfat aus wässriger Lösung krystallisirend **) leuchte, war schon längst bekannt, über

ren hängenden Elektrophor-Deckel auf die Papier-Oberfläche, berührt ihn mit dem Finger und hebt ihn nun isolirt in die Höhe, so giebt derselbe starke, nach jeder weiteren Wiederauflegung des Deckels, Fingerberührung und Abhebung immer wieder (Stunden-lang) Funken, die an Stärke die gewöhnlicher Elektrophore beträchtlich übertreffen. — Poppe's Erfindung bestätigt demnach jene Beobachtung Wolff's vollkommen (m. Grundr. d. Experimentalphys. I, 461): daß, zwischen Reibzeug und Glas der Elektrisirmaschine gelegtes Papier, die Wirksamkeit der Maschine ungemein erhöhe, was sich mir bereits im Jahr 1809 bewährte (a. a. O. der ersten Auflage). Vergl. auch Gilbert's Ann. XII, 597. (Ueber W.'s elektrische Versuche: betreffend den Lichtschein der Windbüchse, s. ebendas. S. 608.) — Eine Vorrichtung, um einen fortwährenden elektrischen Schlag durch Reibungs-elektricität zu erhalten, beschrieb Reinsch, im Herberger-Winkler'schen Jahrb. XII, 1 ff.; vergl. oben S. 1730.

*) Beleuchtungen durch Verbrennen von Oel, Weingeist und Hydrocarbongase (mittelst geeigneter, doppelten Luftzug gewährender Lampen und Gasröhre-Ausmündungen) haben in neuester Zeit wesentliche Verbesserungen erfahren durch Carl v. Frank-steins (Herausgebers des Gratzer Allg. Industrie- und Gewerbe-Blattes); vergl. dessen Jahrg. 1847, und daraus im Kunst- und Gewerbe-Blatt des polytechn. Vereins f. d. Königr. Bayern, 1847. Zehntes Heft, S. 702 u. ff.) Erfindung einer Vorrichtung, durch deren Vermittelung nicht wie bisher der Brennstoff nur zum Theil, sondern gänzlich und vollkommen verbrannt wird, unter Entwickelung durchaus farblosen (weißen), beliebig entweder gleichmäßig Mondlicht-artig schimmernden oder höchst lebhaft Sonnenlicht-artig glänzenden Lichts; v. F. bezeichnet demgemäß diese seine, viel Brennstoff ersparende Vorrichtung durch die Benennung: Lunar- und Solarlicht-Vorrichtung; vergl. a. a. O.

**) $KO\,SO_3$ krystallisiret entweder in geschobenen vierseitigen Prismen, oder in sechsseitigen Doppelpyramiden, in beiden Fällen: durchscheinend, hart, Luft-beständig, in Alkohol unlöslich, das 12-fache seines Gewichtes kalten und das 4-fache siedenden Wassers fordernd; $+ NaO\,SO_3$ glasig geschmolzen entwickelt dessen siedheiße Lösung Licht. Ueber sein Krystall-Leuchten vergl. auch meine Systeme der Chemie." Halle 1820. gr. 4. S. 138.

Krystall-Leuchten vergl. auch S. 630. Lebhafter aber als dieses Krystallisations-Licht ist, Heinr. Rose zufolge (Poggend. Ann. XXXV, 481 ff.), das der glasigen Arsenichtsäure (S. 1257 Anm.). Löset man nämlich 2—3 Quentchen derselben in 3 Loth rauchender wässriger Hydrochlorsäure dadurch auf, daß man sie auf einmal damit begießt und also übergossen, im weißen Glaskolben 10 Minuten hindurch siedend erhält, dann aber möglichst langsam am dunkeln Orte erkalten und hiedurch krystallisiren läßt, so entwickelt jeder Krystall einen Funken, und rüttelt man den Kolben, so verursachen die dadurch plötzlich zu Stande kommenden vielen Krystalle sehr lebhaftes Leuchten. Porzellanartige Arsenichtsäure gewährt nichts dergleichen, und ebenso tritt auch bei schnellem Erkalten jener Auflösung kein Leuchten ein. — Es dürfte wohl der Mühe werth seyn, zu erforschen, in wiefern jene Innenbewegungen, welche Flüssigkeiten erleiden, aus denen durch Erkalten Krystalle sich zu scheiden beginnen, verschieden sind von denen, die nur durch Abdampfen zu solchen Ausscheidungen gebracht werden (über das vom Verf. dieses Hdbs. in Vorschlag gebrachte Verfahren: jene Innenbewegungen zu beobachten, vergl. m. Arch. f. d. ges. Naturl. V, 87.*) Wahrscheinlich erleidet durch diese Innenbewegungen das hindurchstralende Licht ähnliche Veränderungen, wie jener von Davy magnetisch geprüfte Lichtbogen, oder ist es, mit Faraday zu sprechen: ein magnetisirtes; Wöhler's und Liebig's Ann. d. Chem. u. Pharm. LVII, 261 ff.

o) Davy's oben (S. 1828) gedachter Versuch blieb zwar unwiederholt, erhielt aber mittelbar eine Bestätigung durch Faraday's im Jahr 1845 gemachte Entdeckung der sog. Licht-Magnetisirung, über die, in Deutschland, zunächst von R. Böttger wiederholte und weiterhin erläuterte Versuche anstellte; a. a. O. S. 253—260. Faraday selbst berichtete über seinen Versuch, wie folgt: ein durch Reflexion mittelst eines Glasspiegels in horizontaler Ebene polarisirter Lichtstral einer Argand'schen Lampe, wurde durch ein borsaures Bleioxyd als Mitbestandtheil enthaltendes Glas geleitet, welches sich zwischen den beiden Polen eines starken Elektromagnets in einer solchen Lage befand, daß der elektromagnetische Strom mit der Richtung des das Glas durchschwingenden Strals zusammenfiel, oder doch nur wenig davon abwich. Dann mittelst eines Nicholson'schen, auf einer wagrechten Axe drehbaren Ocular's beobachtet, das, solcher möglichen

*) Ueber Krystall-Leuchten, vgl. ebendas. XXVII, 339; über Krystallmagnetismus, In-die-Ferne-wirken seiner polarischen Bethätigung, Krystall-Beständigkeit verschiedener Salze, Erklärung der bei verschiedenen Krystallen, durch Erwärmung derselben in einigen Richtungen eintretenden Ausdehnungen und in anderen gleichzeitig vor sich gehenden Zusammenziehungen, so wie über Mikrokrystallographie; vergl. a. a. O. 315, VIII, 34; IX, 280; X, 42; sowie XII, 462. Ueber Krystall-Umbildung u. Krystall-Chemie XXI, 93 u. 274 daselbst.

Stellungs-Aenderung gemäß, in den Stand setzte, den Stral in dessen verschiedenen Drehungs-Abwechselungen aufzufangen, ergaben sich folgende Verhalten: a) wurde das Ocular so weit gedreht, als gerade erforderlich war, um den Stral für den mittelst des Oculars Beobachtenden unwahrnehmbar zu machen und dann der elektrische Strom zur Entwickelung gebracht, so erfolgte sofort Sichtbarkeit des Strals, die aber in demselben Augenblick aufhörte, in welchem man den Strom unterbrach; b) weiterer Verfolg dieser Versuche lehrte: daß die Polarisations-Ebene eines durch die Axe einer hohlen elektromagnetischen Spirale hindurch geleiteten, oder nahe dieser Axe vorbeigehenden Lichtstrals, von dem Elektromagnet zum Kreisen gebracht und bald links, bald rechts gedreht werden könne, je nachdem die Richtung des die Spirale durchlaufenden elektrischen Stroms vom Mittelpunkt zu dem Umfange, oder umgekehrt: vom Umfange zum Mittelpunkt gehe (d. i. kehrt man den Lauf des Stroms, oder die Pole des Elektromagnets um, so ändert man dadurch die Drehungs-Richtung, in die ihr entgegengesetzte ab); c) wurde statt der einfachen hohlen Spirale, eine innen mit Eisen armirte, d. i. einen eisernen Hohlcylinder umschließende angewendet, so verstärkte dieses die Wirkung in sehr merklichem Grade; d) läßt man statt des Elektromagnet einen gewöhnlichen Magnet auf den polarisirten Stral einwirken, so treten die Drehungen weit schwächer ein, und Aehnliches begiebt sich auch, wenn statt des vollständigen Elektromagnet nur ein Pol einer Volta'chen Batterie zur Einwirkung gelangt; e) die Spirale des Elektromagnet wirkte hier, wie dort, wo sie die Magnetnadel ablenkt, überall, auf den sie umgebenden cylindrischen Raum mit gleicher Stärke, und Ungleichheiten solcher Wirkungen ergaben sich nur, wenn jenes Mittel (Medium), durch welches der Stral sich bewegte, durch ein anders geartetes vertreten worden; aber solche Abänderungen führten nie zu entgegengesetzten Drehungen. *) Böttger fand, daß das borsaures Bleioxyd

*) Ein Verhalten, wodurch sich also diese magnetisch bedingten, an die magnetische Polarität des Erregers [hier des Elektromagnet, oder statt dessen des Magnet] geknüpften, damit aber nur während der Dauer solcher Einwirkungen bestehenden, mithin nicht fest begründeten Drehungs-Erscheinungen von jenen bleibenden unterscheiden, welche den einen oder den anderen Stoff nur zur Rechts-Drehung, oder nur zur Links-Drehung (bei der von ihm erzeugten kreisförmigen Licht-Polarisation) befähigen, das aber zugleich auch Winke ertheilt zur Erforschung dessen, was dergleichen vorübergehende und bleibende Richtungsänderungen des polarisirten Lichtes bewirkt. Muthmaßlich ist es bei den „bleibenden", dieselbe aber bleibende Stellung der lichtbeweglichen Theilchen, welche, Seitens des Elektromagnet (oder des Magnets) nur während der Dauer seiner Einwirkung auf den lichtbeweglichen Stoff (z. B. in dem Glase, oder in der Luft solcher Stellen, die den Gang des Lichtstrals bezeichnen) gegeben erscheint, und wenn daher z. B. der eine Pol des Elektromagnet Rechtsdrehung erzeugt, so erzwingt er in den stoffigen, lichtbeweglichen Theilchen des Strals nur für die Dauer seiner Einwirkung, was ohne solche Einwirkung im Dextrin rc. als bleibend gegeben hervortritt.

enthaltende, von Faraday (Poggendorff's Ann. XVIII, 515) durch die Benennung dimagnetisches bezeichnete Glas vertreten werden könne durch jede, das Licht doppelt brechende Flüssigkeit (gewöhnlich bediente sich B. einer Lösung von 1 Gewichtstheil krystallinischen Hartzuckers [Candiszuckers] in 2 Wasser, oder statt derselben in Wasser gelöste Weinsäure, oder, gewöhnlicher des Terpentinöls und verband die innen mit einem hohlen Eisenblech-Cylinder ausgelegte elektromagnetische Spirale, mittelst ihrer entblößten Enden, durch einen Gyrotrop mit den Polen einer Grove'schen, 5 bis 6 Platinzinkelemente enthaltenden Batterie, so wie eines zur Untersuchung für Flüssigkeiten dienlichen Circularpolarisations-Apparats: mit zwei wagrecht liegenden, achromatisirten Nicol'schen Prismen, deren (gewöhnlich 2 bis 3 Linien weite und 6 bis 8 Zoll lange) an beiden Enden mit Glasplatten verschlossene Messingröhre, mit einer der genannten Flüssigkeiten gefüllt wurde. Man ließ dann durch das hintere feststehende Nicol'sche Prisma von einer brennenden Argand-schen Lampe einen polarisirten Lichtstral durch die Flüssigkeit gehen, stellte das bewegliche vordere Prisma so, daß es kein Licht durchließ (oder daß sich die complementären Farben im Sehfelde ziemlich deckten) und leitete nun durch Schließung der Kette den elektrischen Strom so in die rechts gewundene Spirale, daß er in dieselbe dort eintrat, wo der polarisirte Stral in die Zuckerlösung übergieng und mithin die magnetische Längenaxe mit der Lichtstralaxe zusammenfiel; augenblicklich erfolgte Drehung der Polarisationsebene nach links um 1°15′ und röthliche Hellung des bis dahin dunkel gewesenen Sehfelds; mittelst des Gyrotrop bewirkte Umkehrung des elektrischen Stroms (so daß der magn. Nordpol der Spirale zunächst dem vorderen, der Südpol zunächst dem hinteren Prisma zu liegen kam), hatte Rechtsdrehung um ebenfalls 1°15′ und bläulich-grüne Sehfeld-Beleuchtung zur Folge. Zugleich ergab sich aus B.'s weiteren hieher gehörigen Versuchen, daß es der das Licht doppelt brechenden Flüssigkeit nicht bedürfe, sondern daß jede andere (Wasser, Alkohol, Aether, CS_2, Salzlösungen mannigfaltigster Art) und ebenso auch gewöhnliches, wie (schnell) gekühltes Glas jene vertreten könne, sobald sie in eine hohle, mit einem Eisen-Cylinder ausgelegte, aus einer sehr großen Anzahl Windungen bestehenden dicken Kupferspirale eingelegt worden und diese dann einem kräftigen elektrischen Strome zur Leitung diene; eine Beobachtung, die es bestätigt, daß elektrische Vertheilungsreihen sich (wie beim Glase der Leydener Flasche) auch dort fortpflanzen, wo der, solche Erregungs-Bewegung erhaltende Stoff, zu den schlechten und schlechtesten Leitern gehört.

π) In mehrfacher Hinsicht besonders beachtenswerth sind jene kreisförmigen Bewegungen, welche theils in galv. Ketten, in Folge der Stellung ihrer Glieder, theils durch Gegenwirkung der

elektrischen Ströme unter sich, theils gemäß der Wechselwirkung der elektrischen Ströme und der Magnete hervorgehen. Zu dem in diesen Hinsichten im Vorhergehenden bereits gelegentlich Beigebrachten, hier, zur Ergänzung und weiteren Erläuterung noch Folgendes: a) Erman's S. 1776 berührte Versuche, wurden hinsichtlich der dabei möglichen Kreisbewegungen von J. Herschel u. Anderen weiter verfolgt, und führten dadurch zu nachstehenden Ergebnissen, welche sich, hinsichtlich des Bewegungsgrundes, zum Theil an jene Brande's (S. 1752 ff.) anreihen. Begießt man etwas Mercur, zumal in einem Glase mit einwärts etwas empor getriebenem Boden (ähnlich, wie ihn gewöhnliche Bouteillen darzubieten pflegen, jedoch in verjüngtem Maaßstabe) mit Wasser, oder, wirksamer, mit einem besseren, sich gleichzeitig merklich chemisch gegenbethätigenden oder doch zusammengesetzteren flüssigen Leiter, und taucht nun beide Poldrähte einer mäßig starken Volta'schen Batterie (ähnlich jener S. 1786 erwähnten) so in die obere Flüssigkeit, daß dabei das Mercur unberührt bleibt, so erfolgen, nach Maaßgabe und Artung des flüssigen Leiters, verschiedene Drehungen. Bestand die obere Flüssigkeit aus einer starken Säure, so tritt sofort ein: Drehung in der Richtung von der Kathode zur Anode; war statt der Säure gelöstes Alkali zugegen, so bleibt Alles ruhig;*) enthielt aber das Mr auch nur Spuren von Laugmetall (z. B. von K) oder von Zn, sofort entsteht Drehung, gerichtet von der Anode zur Kathode, und bestand die wässrige Flüssigkeit aus gelöstem $NaOSO_3$, so erfolgten, Nobili's Beobachtung gemäß, um beide Drahtspitzen zwei Ströme. Belegt man dagegen das Mercur (oder vielmehr den, gemäß der Glasbodenform entstandenen Mercur-Ring) mit einem Stückchen Zn und übergießt es nun mit einer wässrigen Lösung von Mercuroxydul-Azotat, so erfolgen lebhafteste Strömungs-Drehungen, so wie denn auch, berührt man, statt das Zn auf das Mr zu legen, einen Tropfen des letzteren, z. B. in einem Uhrglase, hiebei nur mit einem Zink- oder Eisenstäbchen, so geräth (nach Runge) das Mr-Tröpflein in so heftige Bewegung, daß es zum Zink so lange (nach jedem Zurückfallen) wiederholt hinauffährt, bis dieses vollständig amalgamirt erscheint. In gleicher Weise sah R. einen kleinen Kupfervitriol-Krystall, innerhalb einer Mr bedeckenden Kochsalz-Lösung in lebhafte Drehungs-Bewegung gerathen, als er das Mr mit Fe oder Zn berührte; b) wie bei den hydroelektrischen Strömen, so erfolgen auch bei den thermoelektrischen (S. 1643) Anziehungen, Abstoßungen und Drehungen nach denselben obigen (S. 1819)

*) Hat man daher eine wirksame Volta'sche Batterie zur Hand, so kann man hinsichtlich seiner chemischen Reinheit fragliches Mercur leicht prüfen, ohne chemische Einwirkungen zu Hülfe zu nehmen.

Ampère'schen Gesetzen, denen, zur weiteren vollständigeren Erläuterung noch nachstehende beizufügen sind: 1) es treten zwischen zwei dergleichen geradlinigen, einen Winkel einschließenden Vertheilungsreihen Anziehungen ein, wenn beide nach dem Scheitel des Winkels gerichtet worden, oder 2) wenn sie von demselben sich entfernen, während auch hier Richtungs-Entgegengesetztheit zur Abstoßung führt; 3) die verschiedenen Theile eines Stroms verhalten sich zu einander abstoßend; und 4) die Wirksamkeit eines gekrümmten Stromes kommt jener eines geraden gleich, wenn beide Ströme in Absicht auf Richtung im Allgemeinen und hinsichtlich ihrer Längen einander gleichen; c) die in der Außenrinde der Erde, mittelst des Multiplicators nachgewiesenen elektrischen Ströme*) weisen zum Theil auf Abweichungen von vorstehenden Gesetzen hin, die jedoch noch zu wenig gekannt sind, um sie als Ausnahmen von denselben anerkennen zu müssen. Aber abgesehen hievon, zeigen diese und ähnliche Beobachtungen jedenfalls auch darauf hin: daß der Erdmagnetismus, als solcher, nicht nur auf schon bestehende elektrische Vertheilungsreihen ablenkend einzuwirken vermag, sondern daß er auch Strömungen der Art zu erzeugen im Stande ist; mithin: daß es sich in der Erde nothwendig auch von magneto-elektrischen Strömen handeln müsse, die schon darum an bestimmte Wechseldauern ihrer Richtungen wie ihrer Wirksamkeiten geknüpft erscheinen: weil der Magnetismus nicht nur in und an der Erde, sondern auch außerhalb derselben in anderen Weltkörpern (muthmaßlich in allen durch starre Ausflächen begrenzten, hingegen nicht in gasigen, z. B. nicht in durchsichtigen Kometen) entwickelt hervortritt und, kraft seiner: sich in die Ferne erstreckenden Wirksamkeit, beim Gegenstellungswechsel der verschiedenen, einem Weltsysteme angehörigen einzelnen Weltkörper (z. B. bei dem unsrigen: der Sonne, der Planeten, der Asteroiden — von denen vor Kurzem, Anfangs Mai 1848 in England wiederum ein neuer entdeckt worden ist — und der Mond), sowie der einander gegenüber vorüber-

*) Vergl. a. a. O. Als Fox die Drahtenden eines Multiplicators mit den beiden einander entfernt gegenüber lagernden Abteufflächen eines unterbrochenen Erzganges in leitende Verbindung brachte, erfolgte zwar Ablenkung der Magnetnadel, sie zeigte aber, bei ostwestlich gleichlaufenden Gängen: daß deren elektrische Ströme nord-südlich gerichtet waren, und bei Gängen, welche senkrecht unter einander lagerten: von oben nach unten gerichtete Ströme. Aehnliches beobachteten auch Petherik und Bennets, und auch Reich stieß in den Freiberger Gruben auf: von der Weltgegend wie von der Tiefe unabhängige elektrische Ströme; in wiefern es aber bei Gängen schon dadurch, daß es sich hier von Berührungen ungleichgearteter Leiter in zum Theil sehr abweichenden Richtungen handelt (z. B. des Saalbandes und des Ganginnern, des Hangenden und Liegenden, zum Ganginnern und besonders auch bei Stellen, wo Gänge senkrecht über einander sich kreuzen; vergl. m. Beitr. I, 157), zu einzelnen inducirten Strömen von zum Theil sehr abweichenden Richtungen kommt, darüber fehlen die nöthigen Beobachtungen.

ziehenden ganzen Sonnen- oder Firstern-Systeme, der wachsenden fremden Gegenwirkung stets unterworfen bleibt; b) findet sich das Erdinnere von einem ihrem magnetischen Aequator gleichlaufenden elektrischen Gesammtstrome umkreiset (S. 1817), so stellt die Erde dieser Gegenden hiemit dar einen elektrischen durchströmten Leiter, der mithin, wird ihm ein anderer vollkommener (z. B. ein metallener, aber auch ein einem lebenden Organismen angehöriger *) geschlossener Leiter genähert, in diesem einen elektrischen Strom hervorruft, welcher, der Richtung nach, gerade entgegengesetzt ist, der in diesem geschlossenen Leiter demjenigen gegeben seyn müßte, hätte derselbe, als beweglicher Körper, dem ersteren sich nähern oder von ihm entfernen (angezogen oder abgestoßen werden) sollen; c) sofern jeder: elektrische Strömung darbietende Leiter, immer auch zugleich ein Elektromagnet ist, dieser aber, wo er einem zweiten (dritten u. s. w.) Elektromagnet gegenüber erscheint, in Absicht der erregenden Einwirkung der in ihm waltenden Vertheilungsreihen auf jenen, in der Art einwirkt: wie ein gegebener Magnet auf einen dergleichen zweiten, mehr oder weniger fernenden Magnet, so wird auch für die Elektromagnete sich gültig zeigen, was für die Magnete gegenseitig gesetzlich ist. Es wird aber jeder schwächere Magnet, der seinen gleichnamigen Pol dem des stärkeren zuwendet, von diesem in einer gewissen Nähe nicht mehr abgestoßen, sondern angezogen, indem seine (des schwächeren) Polarität der Umkehrung unterliegt; entfernt man ihn aber wieder weiter von dem stärkeren Magnet, so kehrt seine vorige Polaritäts-Ordnung wiederum zurück; **) f) eine aus der Ferne von einem festen Elektromagnet angezogene Magnetnadel (und ebenso ein zweiter, hinreichend beweglicher Elektromagnet) kommt zur Drehung und Kreisung; offenbar, weil sie (oder weil der zweite Elektromagnet) stark magnetisch genug ist, um, theils auf den festen Elektromagnet anziehend oder abstoßend zurückzuwirken, theils der magnetischen Anziehung der Erde und jenes Elektromagnet abwechselnd zu folgen, während sehr schwache Magnetnadeln (und das ist z. B. jedes Eisen- oder Stahl-Stäubchen,

*) Da nicht-durchaus-trockne Pflanzenleiber ebenfalls sehr gute Elektricitäts-Leiter sind (S. 1731), dieselben aber, so weit sie im Lande wurzeln, bestimmten Erdrinden-Theilen angehören, so werden sich auch, da sie mit dem Boden: in sich (mehr oder weniger unvollkommen) geschlossene Leiter darstellen, in ihnen fortdauernd, vom elektrischen Erdstrome aus bewirkte, ähnliche Gegenströme entwickeln, während bei den von dem Boden freigelassenen thierlichen Leibern durch die Erde vollständigere elektrische Eigenströmungen hervorgehen dürften, die, in Folge der Ortsänderung zwar fortdauernd dem Wechsel ihrer Stärke unterliegen, dennoch aber einen gewissen, zwar veränderlichen, aber nie endenden Zusammenhang solcher Leiber mit dem Erdleibe und mit dem, was sich in dessen Innerem regt, darthun.

**) Sacharow sah, zu beträchtlicher Höhe mittelst eines Luftballons gelangt, eine Magnetnadel sich umdrehen, so daß jener Pol, der zuvor nach Norden gerichtet war, nun nach Süden zeigte; m. Meteorologie I, 261.

Falls es vom Magnet oder Elektromagnet angezogen worden) an letzterem so hängen bleiben, als wären sie ein zu ihm gehöriger Theil geworden.

9) Als Arago (im Jahr 1825) eine wagrechte Kupferscheibe, über welcher eine Magnetnadel schwebte, in schnelle Axendrehung versetzte, sah er die Nadel der Scheibe folgen. Man wiederholte die Versuche mit einigen anderen Metallen, und nannte die also erweckte Ein- und Gegenwirkung: Rotationsmagnetismus; umgekehrt sah Faraday an einer, unter dem Einflusse eines Magnet kreisenden Metallscheibe elektrische Ströme hervorgehen.*) Da die Erde

*) Faraday's Kupferscheibe war am Rande amalgamirt und vermochte, während der Drehung einen, ebenfalls amalgamirten, Kupferstreifen in solchem Maaße zu elektrisiren, daß die Nadel eines Multiplicators — den man mittelst des einen seiner Drahtenden mit der Axe der Scheibe leitend verbunden hatte, während sein anderes Drahtende in gleicher Weise mit dem Kupferstreifen verbunden worden — durch ihre Drehungsrichtungen jene der hervorgerufenen elektrischen Strömungen nachwies. Drehte man nämlich die Scheibe in der Richtung der Zeiger einer: mit dem Zifferblatte nach oben gewendeten Uhr, so gieng der in der Scheibe entstandene elektrische Strom von deren Axe zum Umfange; bei entgegengesetzter Scheibendrehung hingegen vom Umfange zur Mitte. Der Verf. dieses Hdbs. hing die Magnetnadel in ihrem Schwerpunkte in einer Glasglocke so auf, daß der Faden, an dem sie hing, beliebig tiefer herabgelassen oder höher hinauf gezogen werden konnte. Es endete derselbe oben, außerhalb der oben durchlöcherten Glocke, in Mitten einer wagrechten Scheibe, in einem drehbaren senkrechten Zapfen, dessen Richtung ein mit ihm verbundener wagrechter Zeiger an einem in 360° getheilten kleinen Kreise nachwies und bemaß; unterhalb der Magnetnadel war die Glocke durch eine (beliebig entfernbare) kreisrunde, ebenfalls in 360 Grade getheilte gläserne Platte geschlossen, um so jedem nach außen gerichteten oder von dort herzukommenden Luftstrom hindernd in den Weg zu treten. Die Scheibe drehte sich um einen senkrechten Stift, nachdem sie mittelst einer Schnur in Bewegung gesetzt worden, welche um ihre hohlcylindrische Stift-Umfassung gewickelt und an dieselbe durch ein Seitenzäpflein, mittelst einer Schleife fest gelegt war und dann schnell abgezogen wurde. Außer der kupfernen Scheibe wurden auch Scheiben von Blei, Zink, Eisen und — Holz nach einander in gleich schnelle Axendrehung versetzt; alle wirkten auf die Nadel, sie mit herum reißend (auch wenn sie aus einem starken Stahlcylinder bestand, und ebenso, wenn ihre Stelle ein cylindrischer Glasstab von gleicher Länge und Dicke vertrat: sofern die Glasplatte unten hinweggenommen und so der Luft-Aus- u. Ein-Strömung freier Spielraum gelassen worden war, sobald hingegen die Glasplatte die untere Glocken-Mündung gehörig abschloß, wurden beim Gebrauch der hölzernen Scheibe gar nichts der Art und bei den Metallscheiben, die Kupferscheibe nicht ausgenommen, auch nur sehr schwache Wirkung wahrgenommen. Damit die Erschütterung des Tisches — an dessen Rande der Träger der Glocke in solcher Weise festgeschraubt worden, daß man die Glocke selbst beliebig höher oder tiefer schweben lassen konnte — auf die Nadel nicht einzuwirken vermöge, stand die, mit Stellschrauben versehene Vorrichtung zum Umschwingen der Metall- &c. Scheibe, auf einem zweiten vom ersten ganz frei gehaltenen Tisch. Uebrigens verwende ich diese Vorrichtung auch, um (bei meinen Vorträgen über Experimentalphysik) jene Luftströmungen (mittelst seitwärts besonders aufgestellter senkrechter Fähnlein- oder Wimpel-Träger, deren wagrecht lang gestreckte, aber mit ihren Kanten senkrecht gestellte Wimpel sich mit dem Scheibenrande nahe in gleicher Ebene befinden) zu veranschaulichen, welche hervorgehen, theils weil der Rand der bewegten Scheibe seine Schwungbewegung der ihn berührenden Luft,

selbst in fortdauernder Axendrehung begriffen ist, so fragt es sich: ob nicht schon lediglich hiedurch, sofern die Sonne magnetisch ist und die oberen Planeten (den Mars mit eingeschlossen) es auch sind, an der und in der Erde elektrische Ströme hervorgehen und in welcher Stärke sie, unter verschiedenen geographischen Breiten, sich wirksam zeigen? Welchen Einfluß übrigens auf den sog. Rotations-Magnetismus, oder vielmehr auf die durch die Rotation der Scheibe in ihr hervorgerufene elektrische Strömung, die dadurch zugleich bewirkte Erschütterungs-Elektricität (S. 1789) ausübe? harret noch weiterer Untersuchungen; so viel scheint aber außer Zweifel zu seyn: daß die ungleiche Umschwungsgeschwindigkeit der Scheibentheile (die vom Mittelpunkte bis zum Umfange Punkt für Punkt wächst), hinsichtlich des obwaltenden Zusammenhangs der denkbaren kreisförmigen Scheibentheile, nothwendig zu Bewegungen derselben führen muß, welche jenen der Erschütterung mehr oder weniger ähnlich sind. Daß übrigens ein lothrechter Magnet einem Elektromagnet, dessen Axe in die Verlängerung seiner eigenen Axe fällt, andauernde Drehung ertheilen (wie solches Barlow's Rad zeigt), und ebenso, daß er sich um einen gleichlaufenden, außerhalb seiner Axe befindlichen Strom drehen wird, folgt aus dem Vorhergehenden und dem S. 1835 ff. Bemerkten.

σ) Daß sich mittelst galvanischer Strömung nicht nur Drehungen eines Magnets um seine lothrechte Axe, sondern auch, durch magnetische Einwirkung Flüssigkeits-Drehungen zu Wege bringen lassen, beweisen folgende zwei Versuche: Leitet man durch einen, um seine lothrechte Axe drehbaren, mit seinem Nordpol nach oben gerichteten Magnet, von oben bis zur Mitte desselben hin einen galv. Strom, so dreht sich der Magnet wie der Zeiger einer Uhr; war hingegen sein Südpol oberer Pol, so erfolgt die Drehung in entgegengesetzter Richtung. — Festig't man (Humphry Davy zufolge) in ein Gefäß, in einiger Entfernung von einander, lothrecht gerichtet zwei Drähte, überzieht sie, vom Gefäßboden an bis zu ihrem oberen Ende, mit Schellack (oder mit feinem Siegellack, das man durch Erwärmen mit Weingeist breiig-flüssig gemacht hatte), und versieht sie an ihren unteren, den Gefäßboden durchsetzenden Enden mit Häkchen, um sie durch diese mit den Poldrähten einer starken galv. Kette, oder einer Volta'schen Batterie (Davy bediente sich hiezu einer einfachen Kette von 15 Geviertfuß Gegenfläche) leitend verbinden zu können, füll't darauf das Gefäß so hoch mit trocknem Mercur, daß

---

kraft deren Adhäsion, mittheilt, theils weil das wagrechte Hinwegschleudern der Luft, von oben her: Nachstürzen seitlich nicht bewegter Luft zur Folge hat; Bewegungen, die künstlichen Wirbeln ähnlich erscheinen, und die so zugleich erläutern jene allgemeinen Luftbewegungen, welche nothwendig schon darum entstehen müssen, weil die Erde um ihre Axe schwingt.

dieses die oberen Drahtenden 1 Linie hoch überraget, verbindet dann jene unteren Drahtenden mit der Kette, oder deren Vertreter, in bemerkter Weise, so erhebt sich das Mercur, unter Bildung kreisförmiger Wellen, über jeden der Drähte kegelförmig, und nähert man nun den einen oder den anderen Pol eines Magnets einem dieser Mercurkegel (und damit: einem der Drähte), oder statt dessen einem der unteren Drahtenden, so geräth sofort das Mercur um beide Drähte in kreisige Strömung, die endet, so wie man den Magnet so hält, daß der eine oder der andere seiner Pole sich zwischen beiden Drähten, in Mitten derselben befindet. Schweigger bewirkte die gleichen Wellenbildungen und kreisigen Strömungen des Mercur sehr leicht schon dadurch, daß er oberhalb des einen der Magnetpole eine sehr wirksame galv. Kette, (und mithin eine derselben entsprechende, lebhafte elektrische Strömung) hervorbrachte; er stellte nämlich auf den Pol ein Uhrglas mit Königswasser (Azotsäure mit wenig Hydrochlorsäure) und tauchte einen Silberdraht und Zinkstreifen hinein, die sich außerhalb der Flüssigkeit berührten. Hat man einen Elektromagnet, z. B. elektromagnetisirtes Eisen, mit einer Draht-Spirale mehr erwähnter Art umgeben, so bildet sich, in dem Augenblick, da der Elektromagnet aufhört magnetisch zu seyn, in dem Drahte ein inducirter Strom, dessen Richtung jener des zuvor im Elektromagnet obgewalteten Strom gleich kommt, und der um so mehr an Stärke gewinnt, je vielfacher solches Elektrisirung erzeugende Eisen hiebei zugegen ist; weshalb z. B. ein Bündel Eisendraht, in welchem jeder einzelne Draht durch Seide-Umspinnung elektrisch isolirt erscheint, weit mehr wirkt, als ein einzelner, ebenso dicker Draht oder Stab. Umgiebt man aber solchen Drahtbündel zunächst mit einem eisernen Hohlcylinder, so schwächt dieser (Magnus zufolge) die inducirende Wirkung auf die Draht-Spirale, weil Seitens des inducirenden Eisens auf dieselbe nun nicht vervielfacht, sondern (obgleich mit größerer Masse) nur einfach gewirkt wird. Dove sah hiebei dergleichen unterhalb der Draht-Spirale befindliche metallene Hohlcylinder die Wirkung des von ihr eingeschlossenen Drahtbündels um so mehr schwächen, je besser das Metall des Hohlcylinders leitete, der übrigens nicht durch Minderung der bewegten Elektricitäts-Menge, sondern durch Verlangsamung der Stromgeschwindigkeit sich schwächend zeigt. *) Auch der von Dove in einer Spirale,

*) Man kann mittelst solcher inducirten verstärkten Ströme alle jene Wirkungen hervorbringen, zu welchen man sonst den gewöhnlichen galv. Strom zu verwenden pflegt; sollen jedoch damit die physiologischen Einwirkungen gehörig verstärkt hervorgehen, so muß man das Blitzrad (S. 1791) mit zu Hülfe nehmen; sie werden aber schon merklich, wenn zur galv. Elektromagnetisirungs-Kette ein Plättchen-Paar gedient hatte, das, nächst dem feuchten Leiter, aus einer kleinen Kupfermünze und ebenso kleinen Zinkscheibe bestand. Dove zufolge kann übrigens das Eisen, im

durch Entladung einer Leydener Flasche erzeugte Nebenstrom, erlitt, durch hineingeschobene Leiter, ähnliche Einwirkungen wie jener, ursprünglich durch galv. Ketten zu Wege gebrachte Strom; D. bewies dieses durch den von ihm erfundenen Differential-Inductor; P.'s Ann. a. a. O.

c) **Magneto-Elektricismus, Magneto-Elektricität oder Magnet-Elektricität.** *)

α) Als Faraday, im Jahr 1832, den Anker (S. 1784 Anm.) eines starken Magnet mit, von Seide umhülltem Kupferdraht vielfach und in dichten Windungen spiralförmig umwickelte, ihn darauf dem Magnete überließ, nun aber das eine, hiezu von Seide entblößte Drahtende in trocknes Mercur (eines Schälchen) senkte, und das andere Ende demselben Mercur-Spiegel möglichst näherte, erfolgte, zwischen diesem freien Ende und dem Mercur, ein elektrisches Entladungs-Fünkchen, so oft man den Anker (der, also verwendet, die Benennung Inductor erhielt) vom Magnete abriß und demselben wieder bis zum Angezogenwerden näherte. Als man dann, später, die Seide-freien Enden solcher Spirale mit den Kupferdraht-Enden eines Multiplicators in leitende Verbindung setzte, der so weit von dem Magnete fernte, daß eine Einwirkung des letzteren auf die Magnetnadel des ersteren durchaus nicht mehr bemerkbar wurde, und dann nach einander: Trennung des Ankers vom Magnet und Wieder-Annäherung zu dessen Schenkeln abwechseln ließ, traten jedesmal Ablenkungen der Nadel ein, deren Richtungen jedoch verhältlich entgegengesetzt erschienen und damit auf elektrische Ströme hinwiesen, die einen ähnlichen Richtungs-Gegensatz darboten, wie dieses bei jenem durch Schließung einer Volta'schen Batterie und bei dem ihrer Wieder-Oeffnung der Fall ist; S. 1792. Faraday fand hierauf

---

obigen Versuch, ersetzt werden durch wohl gefirnißte Drähte von Messing, Kupfer, Zinn, Stib und ebenso auch von: in Cylinderform gebrachtem Mercur; z. B. von einer Mercur-erfüllten Thermometerröhre. Seiner Vermuthung zufolge werden diese Metalle hiebei darum nicht magnetisch (und weichen mithin hiebei in sofern von Fe ab), weil die in ihnen neben den magnetischen Polarisirungsströmen mit erregten Nebenströme, jene verdecken.

*) Vergl. S. 1612 Anm., 1703 ff., 1706 Anm., 1722, 1726 ff. Daß Magnetismus werde Elektrisirung zu bewirken vermögen, machte das Verhalten des elektrodynamischen Cylinders mehr als wahrscheinlich; allein nur Faraday gelang es, diese Wahrscheinlichkeit zur Gewißheit zu erheben. Jene Elektricitäts-Erregungen, welche Ritter in seiner aus magnetisirten (polarischen) Stahlbögen und feuchten Leitern gebildeten galv. (sog. Stahl-) Batterie hervorgehen sah, waren zwar hydrogalvanisch bedingt, und ebenso auch jene, von mir vor vielen Jahren bemerkten Braunröthungen des mit Wasser genäßten Rhabarber-Papiers, bewirkt durch die Pole eines Hufeisen-Magnet (m. Experimentalphys. I, 437, II, 16 u. 132), sowie die bei Karsten's Eisenmünz-Abbildungen (oben S. 1665) vorgekommenen; allein es zeigten doch jene Verhalten nur: daß magnetisch-polarische Gegensätze ein und desselben Metalles, diesem den galv. Gegenwirkungs-Werth zweier ungleichartigen Metalle zu ertheilen vermögen.

durch weitere Versuche: a) daß ein, in eine, für sich bestehende, mit ihren Drahtenden mit dem Multiplicator verbundene Hohlspirale bemerkter Art *) schnell gesteckter Magnet-Pol im Augenblick des Einschiebens, wie des Wiederherausreißens, ähnliche einander entgegengesetzte Nadel-Ablenkungen zu Wege bringt, dadurch auf zwei elektrische Ströme hinweisend, die, nach einander eintretend in Absicht auf Richtung einander entgegengesetzt sind; eine Entgegengesetztheit, welche sich: als durch den polaren Gegensatz bewirkt dadurch erwies, daß der in die mit dem Galvanometer verbundene Spirale eintretende „Nordpol" dieselbe Stromrichtung zur Folge hatte, welche im darauf folgenden Versuch der austretende „Südpol" erzeugte, und umgekehrt; b) daß hiebei jede einzelne Spiral-Windung, ähnliche Strom-Entgegengesetztheit in den benachbarten Windungen, sowohl beim Erregen als beim Aufheben der Strömung, zur Folge hat, und c) daß auch hier mit der Dünne des Spiral-Drahts der Leitungs-Widerstand desselben wächst (S. 1762 ff. u. 1815). **) Theils aus F.'s, theils aus Lenz's hieher gehörigen Versuchen ergab sich ferner: daß die vom Magnet in der Spirale erregte elektromotorische Kraft (S. 810), bei gleicher Artung und Dicke des Drahts und gleicher Größe der Windungen: im geraden Verhältniß steht mit der Anzahl der Windungen ***) und als Gesammtkraft gleich ist der Summe der sämmtlichen Einzelwindungskräfte, daß sie jedoch unabhängig sey: von der Größe der Windungen, deren Dicke und deren Substanz (d. i. von der grundstofflichen Artung)

*) Entstanden durch Umwickelung eines hohlen hölzernen Cylinders mit Kupferdraht, von erwähnter Beschaffenheit und Einrichtung.

**) Schiebt man eine, mit einem ihrer Enden mit einem Multiplicatur leitend verbundene hohle Draht-Spirale, schnell bis zu ihrer Mitte über einen Magnet-Pol, so entsteht in ihr sofort ein elektrischer Strom, der jedoch beim ruhigen Beharren dieser gegenseitigen Stellung von Spirale und Pol bald wieder aufhört, dessen Richtung jener der um den Magnet gegebenen Ströme entgegengesetzt ist, und der, sobald man die Spirale gänzlich über den Pol zurückschiebt, einen entgegengesetzt gerichteten, gleich dem ersten: inducirten Strom zur Folge hat; nur Magnete vermögen dergleichen inducirte Ströme zu erwecken, unmagnetische Metalle bewirken nichts der Art.

***) Woraus also folgt: daß sie bei ungleich großen Windungen, sowie bei ungleicher Draht-Dicke und Draht-Artung sich nicht verhalten würde wie die Anzahl der Windungen. Durch Einwirkungen des Erdmagetismus erfolgt ohne Zweifel auch jene vertheilende polarische Elektrisirung, welche eine frei schwebende Kupferstange erleidet, in sofern sie, in Ebenen des magnetischen Meridians schwebend am oberen Ende + E, am unteren − E erhält; in wiefern Aehnliches auch der Fall ist bei jener Umänderung der elektrischen Ladung eines Elektrometers, das an heiteren Tagen in der Nähe der Erde, einer Mauer, am Fuße eines Felsens, nahe dem Wurzelstock eines Baumes ꝛc. stehend − E, nicht zu langsam (also mehr oder weniger erschütternd) emporgehoben + E darbietet, oder ob hiebei die Erschütterungs-Elektricität, sowie die Elektricität der höheren Luftschichten mitwirkt? darüber müssen weitere Versuche entscheiden; m. Grundr. der Experimentalphys. I, 487.

des Drahtes. — Ueber **Reeff's Magnetelektromotor** und zugehörige Versuche vergl. S. 1726 Anm.

β) **Cuningham** trennte zwei Magnete durch trocknes Glas, es erfolgte elektrische Vertheilung; dem Nordpol gegenüber zeigte das Glas —E, an der Südpol-Seite +E; der Versuch soll am besten gelingen, wenn die Magnete in Ebenen des magnetischen Meridians liegen. Ob **Beccaria's** sog. **vindizirende Elektricität** (d. i. jene nach der Trennung anscheinend von selber wieder folgende Elektrisirung zweier entgegengesetzt elektrisirten Körper, deren +E und —E sich zuvor durch Berührung zu 0 E ausgeglichen hatten), auch nur in der Richtung des magnetischen Meridian vorzüglich bemerkbar wird? ist zu ermitteln. Desgleichen, in wieweit jene Schwingungs-Abweichungen eines mit eiserner Kugel versehenen Pendels nicht nur auf Rechnung der magnetischen Anziehung der Erde (und mithin auf die magnetische Neigung des Beobachtungsortes), sondern zugleich auf: durch den Erdmagnetismus erregte elektrische Strömungen hervorgebracht werden? bedarf ebenfalls der weiteren Untersuchung. Daß eiserne Pendel schneller schwingen, als aus nichtmagnetischem Metall zusammengesetzte, zeigten **Heinrich's** hieher gehörige Beobachtungen; m. Experimentalphys. I, 177 ff., 188 u. 437.

γ) Wählt man zu dem unter α) beschriebenen **Faraday'schen** Versuch, statt des mit (durch Seiden-Ueberzug isolirten) Kupferdraht umwickelten Ankers einen, in gleichem Maaße wie der Magnet Hufeisen-förmig gebogenen, letzterem an Dicke, wie an (künftiger) Pol-Gegenfläche gleichenden stabeisernen Cylinder, dessen beide Schenkel, ohnfern ihres Endes, nach einander mit **demselben isolirten Kupferdrahte** so umwickelt worden, daß bei dem einen Schenkel das Anfangsende des Drahtes, frei von Seide, mehrere Zoll weit hervorragt, während am anderen Schenkel das entgegengesetzte Drahtende in gleicher Weise frei hervortritt, so erfolgt, bei Annäherung wie bei Wiederentfernung, mithin bei jeweiliger Magnetisirung des stabeisernen Hufeisens, jedesmal in dem Drahte zugleich mittelst des Multiplicators nachweisbare Bildung eines inducirten Stromes, welcher, der Richtung nach, beim Wiederentfernen des Magnet entgegengesetzt ist dem, der bei dessen Annäherung hervorgerufen wurde. **Nobili**, der solchen Weges zuerst nachwies, daß auch magnetisch werdendes weiches Eisen **inducirend** elektrische Ströme zu erregen vermöge, versah, in einer Abänderung des beschriebenen Versuchs, das eine der Drahtenden mit einem amalgamirten Kupferblättchen, und brachte es dann dem anderen abwechselnd sehr nahe und wieder sehr fern, und sah dabei jedesmal einen sehr glänzenden Funken überspringen, und war der Magnet ein sehr starker, so erhielt man einen: der Entladungs-Durchschütterung einer kleinen Leydener Flasche

ähnlichen Durchschütterungsruck, wenn man die Drähte leitend mit den Händen erfaßte. *) — Spannt man über einen beweglichen,

*) Im Jahr 1841 hatte Schönbein (Mittheilungen aus dem Reise-Tagebuche eines deutschen Naturforschers. Basel 1842. gr. 8. S. 317 ff.) Gelegenheit, mit jenem lebenden Zitteraal (Gymnotus electric.; vergl. m. Experimentalphys. II, 61 ff. u. 65 ff.) einige Versuche anzustellen, den zuvor schon Faraday, Grove u. A. ähnlichen Weges in physischer Hinsicht befragt hatten, und der zu jener Zeit schon seit einem Jahre in einem mit Wasser gefüllten und am Boden mit Sand bedeckten runden Becken der 1834 gegründeten Adelaide-Gallery (ohnfern des Kings-College, zwischen den West-Strand und Adelaide-Street genannten Straßen Londons), durch Fütterung mit kleinen Fischen, lebend erhalten wurde, die er ruhig um sich herum schwimmen ließ, bis er sie in einer Bucht, fast zum Kreise gekrümmt, durch einen Entladungsschlag in solchem Maaße betäubte, daß sie, den Bauch nach oben gerichtet, schwebten (mithin aus ihrer Schwimmblase keine Luft entlassen hatten) und dann von ihm verschlungen wurden. Es war dieser Zitteraal etwa 40 engl. Zoll lang, schwamm in dem Becken, dessen Wasser man häufig wechselte, während man ununterbrochen gleichmäßige Zimmerluft-Wärme erhielt, in der Runde herum, hatte ein schlangenartiges, grünlich graues Ansehen, ziemlich dicken Kopf und hochliegende Augen, und ertheilte, bei Kopf und Schwanz gepackt, einen oder vielmehr mehrere, einander schnell folgende Schläge oder Stöße, die (zusammen genommen) dem einer großen geladenen Leydener Flasche glichen, und die gleichzeitig von mehreren Personen empfunden wurden, wenn diese unter einander sich mit genäßten Händen verbunden hatten. Keiner wollte den Fisch zum zweiten Mal entladen, obgleich dessen Entladungsschläge nur dann äußerst heftig ausfallen, wenn er zuvor längere Zeit hindurch keinen Schlag ertheilt hatte (als der Capt. Basil Hall einige Tage zuvor ihn nach langer Entladungsfrist berührte, wurde er von dem Schlage betäubt zu Boden geworfen). Als man Kopf und Schwanz mit kupfernen Sätteln versehen, und von diesen Kupferdrähte unter eine Glasglocke geleitet hatte, bewirkten diese Drähte, da die mit ihren Enden verbundenen Blattgoldstreifen einander hinreichend genähert worden, Verbrennung des Goldes, ähnlich jenen Volta'scher Batterien (S. 1778). Mit gelöstem KJ gefeuchtetes ungeleimtes Papier erhielt vom Ende des zu dem Kopfe führenden Drahtes einen braunen Fleck. Andere Beobachter hatten früher im Schließungs-Augenblick (jedoch nicht bei jeder wiederholten Schließung) leuchtende Funken gesehen, was, wie Watkins bemerkte, jedoch nur ausnahmsweise erfolgte und von S. nicht wahrgenommen wurde. „Der Gymnotus weiß recht gut, ob er es beim Berühren mit lebenden oder mit anorganischen Leitern zu thun hat; schließt man den Bogen mit Metalldraht, so entladet er sich wohl auch einige Male, hält aber bald damit inne (und gewährt wahrscheinlich nahe diesem Zeitabschnitt keine Schließungsfunken); berührt ihn dagegen ein Mensch, so läßt er diesen, durch beschleunigte Entladungen, seine ganze Macht fühlen." — Wie er sich verhalten haben würde, wenn, mittelst eiserner Schenkel, ein starker Magnet auf ihn eingewirkt hätte, wurde weder bei diesem Zitteraal, noch früher bei anderen versucht. Ueber die früheren Versuche, angestellt mit dem Zitteraal, Zitterwels, Zitterstachelbauch und Zitterrochen; vergl. m. Experimentalphys. a. a. O. Ob durch Entladungsschläge des Zitteraals ꝛc. getödtete kleine Thiere: Verletzung ihres Hirns, ihres Rückenmarks und ihrer Bewegungs-Nerven darbieten? — Ueber Verletzungen zweier vom Bliz getroffenen Männer, vgl. m. Arch. f. d. ges. Naturl. XV, 412. Ueber anderweite merkwürdige Blitzwirkungen ebendas. II, 190, 195; II, 385; über Vergoldung durch Bliz IV, 188. Ueber jene sehr auffallenden, in gewisser Hinsicht an die elektrischen Berührungsbilder (oben S. 1665 ff. u. 1749) erinnernden Wirkungen des Blitzes, welche man in Italien Fulmini ritraltisti nennt; vergl. Wackenroder's und Bley's Arch. d. Pharmacie CII, 298 ff. Vom Bliz Getödtete sollen eher faulen, als gewöhnliche Leichen, was, bestätigt es sich, sie in dieser Hinsicht dem Verhalten der öfters galvanisirten Froschpräparate ähnlich macht.

nordsüdlich (dem magnetischen Meridian gemäß, von selber) gerichteten Magnet, demselben gleichlaufend einen guten Leiter aus, oder legt man statt dessen einen Weicheisen-Stab in diese Richtung und ertheilt hierauf dem Magnete, um seine Mitte, schnell eine, seinen Nordpol westwärts treibende Drehung, so entsteht in dem Leiter (oder in dessen Vertreter) ein nordsüdlicher inducirter Strom, während, hat man den Magnet ostwärts gedreht, jener Strom südnördlich streicht. — Herschel und Babbage versetzten, Arago's Versuch (S. 1839) umkehrend, einen, unter einer freihängenden Kupferscheibe befindlichen Hufeisenmagnet in Kreisbewegung; auch wenn zwischen Magnet und Scheibe Zwischenwände gegeben waren, erfolgte dennoch in der Scheibe: Strömung durch Induction. *) Aehnliche Inductions-

*) Bekanntlich gibt Stahl gegen Quarz (Sand rc.) gerieben, Stahl-schmelzende Funken, während Kupfer nichts dergleichen gewährt (weßhalb man auch in Schießpulver-Fabriken bei Geräthen rc. statt Stahl oder Eisen stets Kupfer verwendet; S. 457 ff.). Es fragt sich: in wieweit jene Stahlfunken elektrisch bedingt sind und wie sich Cu, gerieben gegen Quarz, in dieser Hinsicht verhält? Da übrigens Schießpulver durch elektrische Funken sich nur entzünden läßt, wenn man die Leitung durch einen kurzen, mit Wasser genäßten Bindfaden unterbricht (S. 1732 ff.) hingegen durch metallische Leiter nur zur Zerstreuung gebracht wird, so dürfte es vielleicht zweckmäßig seyn, die Schießpulver-Magazine (Pulverkammern der Schiffe rc.) durchgängig mit Kupfer auszukleiden. — Um Sprengpulver unter Wasser zu entzünden (z. B. Behufs der Zersprengung versunkener Schiffe, um sie durch Taucher, mittelst der Taucherglocke entladen zu können), bedient man sich galv. Glühdrähte, die man in ähnlicher Weise zum Erglühen bringt, wie beim sog. galv. Feuerzeug, d. i. bei einer von Wollaston erfundenen Vorrichtung, in der sehr dünner Platindraht durch einen galv. Strom zum Glühen (und dadurch zur Befähigung Schwefelhölzchen rc. anzuzünden) gebracht wird. Man taucht zu dem Ende in verdünnte Schwefelsäure ein längliches Scheibchen Zink, das von einem Kupferplättchen, ohne es zu berühren, umfaßt erscheint, während von ihm zum Kupfer ein Platindraht, oder zwei neben einander laufende (mit ihren Enden einerseits dem Zn, andererseits dem Cu innigst verbundene) Platindrähte, dem erregten Strom zum Leiter und dem Plattenpaare zum Schließungsdrahte dienen. Ein der oberen Zinkkante angelötheter Bügel setzt in den Stand, die Vorrichtung ohne Fingernässung in die Flüssigkeit tauchen und sie ihr wieder entheben zu können, während sie zugleich zur Vermittelung der Platindraht-Festigung (mittelst Anlöthung) dient. — Jene Sprengpulver-Entzündung wird bewirkt durch: in einen wasserdichten Sack eingeschlossenes Schießpulver, in dessen Mitte, den Sack durchsetzend, zwei lange wohlgefirnißte Kupferdrähte, mit ihren Enden hinabreichen, und hier durch einen dünnen Platindraht sich leitend verbunden finden. Das entgegengesetzte, aus dem Meere hervorragende Ende des einen Kupferdrahts wird sofort mit dem einen Pol einer starken Volta'schen Batterie verbunden, das des anderen Kupferdrahts dagegen in Bereitschaft gehalten, um auf Befehl mit dem anderen Pol zur Berührung gebracht zu werden; so wie diese Statt gehabt, erfolgt im Sack die Erglühung des Platindrahts und damit die Entzündung und Verknallung des Schießpulvers. — Statt Kautschuck (S. 1161 ff. und 1697 Anm.) läßt sich zu dergleichen Säcken muthmaßlich auch wohl der in neuerer Zeit sehr in Gebrauch genommene Vertreter desselben, die Gutta Percha, auch genannt Gutta Pertscha (oder Gutta Tuban) verwenden; vgl. Kunst- und Gewerbe-Blatt des polytechnischen

Ströme sind es, welche (rückwirkend), Arago zufolge, über Wasser, Holz ꝛc. oscillirende (schwingende) Magnetnadeln früher zur Ruhe

---

Vereins für das Königreich Bayern XXXI, 731, und Wackenroder's und Bley's Arch. der Pharmacie CII, 170 ff. Es entstammt dieses, mit Kautschuck leicht vereinbare und dessen Zähigkeit, wie seine Erhärtbarkeit beträchtlich steigernde Pflanzen-Erzeugniß einem, zu den Sapotaceen (Gattung: Bassia) gehörigen prachtvollen Baume, der in Singapore, auf Borneo und Malakka heimisch ist, durch Anzapfen zwar die Gutta Percha in flüssiger Form entläßt, aber von denen die Mühe des Anzapfens scheuenden Bewohnern jener Gegenden gewöhnlich umgehauen und entrindet wird, da man dann den Saft in Trögen sammelt. Die Bäume erreichen ein Alter von 50 bis 100 Jahren, und 3 bis 4 Fuß Querdurchmesser und jeder liefert gegen 20 bis 30 Pfund Saft, der an der Luft schnell trocknet, und daher bald, so lange er noch weich (oder durch Wärme wiederum künstlich erweicht) ist, einer mechanischen Reinigung unterworfen wird. Reiner jedoch erhält man ihn, wenn man ihn in rectificirtem Terpentinöl oder einem anderen wohlfeilen Aetheröl löst, und die geklärte Lösung durch Destillation mit Wasser wieder vom Lösungsmittel befreiet. Es ist nämlich die reine (dann gelblich weiße, außerdem röthlich gelbe), unschmeckbare und fast geruchlose, harte, zähe und sehr federharte, in siedendem Wasser erweichbare, und dabei nicht klebrige, erweicht in allerlei Formen preßbare, nach dem Erkalten wieder erhärtende Gutta Percha nur löslich in Aetherölen und im Aether, hingegen unlöslich im Petrol, Alkohol und im Wasser. Sie schmilzt bei 120°C. = 96° R., ist entzündlich und brennt mit gelber, viel Rauch entlassender Flamme und giebt, destillirt, ein brenzliches Aetheröl, das in seinem Verhalten dem des Kautschuck gleichkommt. Mit Kautschuck vermischt fertigt man daraus Sättel, Gürtel, Polster, Matratzen, Sesselsitze ꝛc. Ist sie längere Zeit im siedenden Wasser durchknetet worden, so läßt sie sich mit Talg und Wachs zu Massen vermischen, die theils für sich, als sog. Bohnungsstoff (mithin als Vertreter jenes Wachses, mit welchem man Fußböden bohnt), theils gelöst in wohlfeilen Aetherölen und unter Zusatz von zuvor durch Sieden entwässerten, trocknenden Fettölen wasserdichte Firnisse gewähren, welche Gegenstände aller Art, denen sie als Ueberzüge dienen, gegen Luft und Nässe vollständigst schützen. Ihre große Erweichbarkeit und im erweichten Zustande ungemein große Zähigkeit, die ihr auch im vermischten Zustande verbleibt, hat sie mit vorzüglichem Erfolge in Fadenform verwenden lassen, bei der Fertigung von Tuch, Papier, Bändern chirurgischen Instrumenten, Schläuchen und Spritzen, so wie in jener von Stiefeln, Schuhen, Ueberkleidern, zu erhabenem Schriftdruck für Blinde ꝛc. Auch zur Häuser-Bedachung hat man sie in Vorschlag gebracht und mit Sägemehl vermengt, soll sie haltbarstes „Straßenpflaster" gewähren. Daß sie, verflüssigt, einen trefflichen Leim, Holzkitt und Cement darbieten wird, steht nicht zu bezweifeln. Läßt man sie nach, in heißem Wasser bewirkter, hinreichend langer Durchkneiung, vollständigst erkalten, so zeigt sie sich in solchem Grade hart, daß man sie auf der Drehbank wie Holz, Horn oder Elfenbein abdrehen kann, daher ihre Verwendung zu „Bilderrahmen, Knöpfen, Spazierstöcken, Degengriffen, Messer- ꝛc. Heften" u. dergl., und da sie auch im also verhärteten und verarbeiteten Zustand durch flüssiges Gutta Percha mit festen Gegenständen aller Art höchst dauerbar fest verbunden werden kann, so läßt sie sich auch, sey es in Form „gepreßter oder gedrehter Verzierungen" zu Gebäude-Verschönerungen benutzen. In wiefern für manche dieser mannigfaltigen Verwendungen die Gutta Percha durch eine oder die andere Vogelleim-Art (S. 1167), durch Käseleim (S. 1401) ersetzbar ist, darüber müssen Versuche entscheiden. Die Europäer verdanken die Bekanntschaft mit der Gutta Percha dem Schotten W. Montgomerie, dem im Jahr 1842 in Singapore, an der Hacke eines Holzhauers der Griff

bringen, als dieses ohne dergleichen Unterlagerungen der Fall gewesen seyn würde. Ebenso wirken auch Drahtgewinde, welche die schwingende Magnetnadel umschließen, auf die Größe der Schwingungen mindernd ein; weil der durch die Nadel hervorgerufene (inducirte) Strom auf diese, sie nach entgegengesetzter Richtung ablenkend, zurück wirkt, eine Rückwirkung, welche stark genug ist, um bei Magnetometern sehr merkliche Störungen hervorzubringen, die man daher, um für die Schwingungen einen ruhigen Gang zu ermitteln, mit einem kupfernen Gehäuse umgiebt. *)

auffiel, der, wie er dann von dem Besitzer der Hacke vernahm, aus Gutta Percha gefertigt war. Sie gelangt in die Magazine der Londoner „Gutta-Pertscha-Compagnie", die sich bald darauf bildete und sich für England, wie für Frankreich und Belgien Sonderverkaufs-Berechtigung (Patente) zu verschaffen wußte, in Form 20 bis 40 Pfd. wiegender, an Gestalt dem Parmesankäse gleichender Blöcke, und ist nun auch schon in Deutschland ein bedeutender Handelsgegenstand. — Statt die hanfenen Segeltücher beim Gebrauche zu theeren, oder, sind sie ungetheert, sie zu näßen, damit sie, die gegenwehende Luft nicht hindurchlassend, lediglich von ihr getrieben werden und statt die nicht mit Chlor (oder: unterchloricht-, chloricht- und chlorsaurem), sondern in gewöhnlicher Weise, nach vorangegangener Beuchung mit Kali- oder Natron-Lauge, mittelst Sonnenlicht zu bleichenden Hanfgewebe mit Lösung von arabischem Gummi zu steifen, dürfte vielleicht verflüssigte Gutta-Percha zweckdienlicher seyn. [Mit Amylon gesteiftes Segeltuch fand man unbrauchbar; Malaguti zeigte indessen, daß rohe Hanffaden, muthmaßlich in Folge des sog. Röstens (S. 1482) schon zweierlei Amylon enthalten; eines, das man ihnen mittelst Kali- oder Natron-Lauge schon bei einer Hitze unter 100⁰ C, zu entziehen vermag, und ein anderes, zu dessen Entziehung: Sieden mit solcher Aetzlauge nöthig wird; über mögliche Erzeugung von Amylon aus Cellulose oder Pectin ꝛc., vergl. S. 1216 Anm. — Gewöhnlicher Leim (S. 1384) soll, wenn er zuvor im Wasser bis zur Gallerte durchweicht ist, dem Leinöl durch gelindes Erhitzen zugänglich seyn und damit eine Masse bilden, die, zum Aufleimen z. B. von sog. „Fournieren" auf Holz, von Papier auf Pappe sich darum vorzüglich eigne: weil sie bald trocknet, keine Luftfeuchte anzieht und vom Wasser nicht gelöst wird, und die daher als flüssiger Ueberzug verwendet, wahrscheinlich als wasserdicht-machender Stoff Kautschuck, wie Gutta-Percha zu vertreten vermag? Schon wenige Tropfen Leinöl dem Buchbinder-Kleister, Kattundrucker- und Papiermacher-Leim ꝛc. zugesetzt, sollen bewirken, daß damit geleimte Karten ꝛc, sich nicht spalten; Oesterr. Zeitschrift, Jahrg. XIX, Februar.

*) Sollte sich für die Folge beweisen lassen, daß in lebenden Menschen- und Thier-Leibern nicht nur die vorzüglicheren Elektricitäts-Leiter (Nerven ꝛc.), sondern auch das Blut derselben elektrische Strömungen darbietet, so dürfte auch die Beantwortung der Frage nothwendig werden: welchen Antheil an solcher Leitung die im Blute befindlichen Erzmetall-Verbindungen haben? Da mehrere Pflanzen nicht nur Eisen und Mangan, sondern auch Kupfer — einige selbst Nickel, und, älteren Angaben zufolge, auch Zinn und Gold (?) — enthalten, das sie zweifelsohne dem Boden entzogen, auf welchem sie gewachsen (in dieser Hinsicht an die Mineralquellen erinnernd, welche außer in ihnen, ihrer ursprünglichen Bildung gemäß vorhandenen Salzen auch sehr kleine und kleinste Antheile von anorganischen Beimischungen: Arsen, dessen Anwesenheit schon vor fast 70 Jahren in einigen Quellen nachgewiesen wurde, Kupfer, Zinn ꝛc. enthalten, Falls sie dergleichen darbietende Gebirgsmassen durchstrichen), so liegt die

δ) Bald nach dem unter α) beschriebenen Versuche wurde klar: wollte man eine gleichmäßig schnelle Folge von magneto-elektrischen Strömen entwickeln und so: von Strom zu Strom sich steigernde Wirksamkeit derselben zur gemeinsamen Bethätigung bringen, so mußte man auf Vorrichtungen sinnen: die das Zeit raubende Abziehen und Wiederanlegen des Inductors ersparend, in den Stand setzten, solchen Wechsel in kürzesten Fristen ununterbrochen nach einander eintreten zu machen. Versucht wurde Solches, mit mehr oder weniger Glück unter Andern von Pixii d. J., Ritchie, Keil und V. Ettingshausen; die Versuche des Letzteren fielen am meisten befriedigend aus, und v. E.'s hieher gehörige Rotations-Maschine (Magneto-Elektrisirmaschine), wie jene Keil's, setzt in den Stand: alle bis hieher bekannt gewordenen Hauptversuche über den Elektromagnetismus sonder Mühe zu wiederholen, und alles in dieser Hinsicht bekannt gewordene Gesetzliche vollständig zu veranschaulichen; K.'s Vorrichtung empfiehlt sich durch verhältlich große Einfachheit, die v. E.'sche durch verhältlich sehr große Wirksamkeit, die sich jedoch bei ersterer dadurch bedeutend steigern läßt, daß man in die sog. Leiter (hohle, 10 bis 12 Linien weite, mit einem Boden versehene, 7 bis 9 Zoll lange, oben durch Korke schließbare metallene Cylinder), statt des Wassers oder der Kochsalzlösung: verdünnte Schwefel-

---

Vermuthung nahe, daß der Genuß solcher Pflanzen auch Eintritt von dergleichen Metallen in das Blut der Genießenden vermitteln werde. Mangan wurde bereits früher in Mollusken aufgefunden, Kupfer entdeckte vor einigen Jahren Harleß in mehreren wirbellosen Thieren, in den Cephalopoden, Ascidien und Mollusken. In Gallensteinen fanden es Bertozzi, Heller und v. Gorup-Besanez, was zu der Vermuthung führte: daß in höheren Organismen das von ihnen aufgenommene Kupfer, als dem Leben derselben hinderlich, durch die Leber ausgestoßen werde. Harleß fand es auch in der Leber der genannten Thiere. Im farblosen Blute der Eledone (das, wie jenes der Ascidien und von Loligo an der Luft und ebenso nach dem Tode blau wird, nicht weil es O oder A, sondern weil es CO_2 eingesogen hat), fand v. Bibra nur Cu und kein Fe, ebenso auch in der gemeinen Gartenschnecke, Helix pomatia, deren farbloses Blut [im Winter] ebenfalls an der Luft gebläuet wurde, aber nicht durch CO_2, sondern durch O-Gas; CO_2-Gas hob diese Bläuung wieder auf, ebenso auch Ammoniak; Zusatz von HCh stellte im letzteren Falle die Bläuung wieder her. Müller's Arch. f. Anatomie und Physiol. Jahrg. 1847. — Erwägt man, daß das Titan zu den verbreitetsten Metallen gehört, und daß sein Oxyd verschiedenen Pflanzensäuren leicht zugänglich ist (zumal der Weinsäure und der Oxalsäure), so ist die Vermuthung zulässig, daß auch dieses Metall in manchen pflanzlichen u. thierlichen Leibern nicht gänzlich fehlen werde, u. daß man es bis hieher nur darum nicht darin entdeckte, weil man nicht bei großen Aschenmengen danach fragte. — — Das von Heinr. Rose entdeckte Niob fand Hermann auch im sibirischen Aeschynit, und außerdem noch ein neues von ihm Ilmenium (Ilmön) genanntes Erzmetall, das, gleich dem Niob, als Oxygen-Säure (Ilmensäure und Niobsäure) in den genannten Gesteinen zugegen ist; s. E. und M.'s Journ. für praktische Chemie. XXXVIII.

säure gießt, und die zu jedem derselben gehörige leitende sog. Silber- oder Gold-Schnur, mit einer vergoldeten kupfernen, einige Zoll langen Drahtspitze enden läßt, die man durch den Kork in die Säure treibt; dreht man dann den Indicator gehörig schnell, so zwar, daß die eiserne Drehungsaxe mit ihrer Hervorragung, im unteren Theil ihrer Bahn stets von Mercur umflossen erscheint, und so die dem Inductor gewordenen Inductionsströmungen jedesmal den Schnüren ungehindert zukommen zu lassen vermag, so geben schon: mäßig starke Magnete enthaltende Keil'sche Rotations-Maschinen Stromerneuerungen genug, um z. B. durch die in feuchten Händen gehaltenen Leiter, bei verhältlich wenigen, aber einander schnell folgenden Inductor-Drehungen die Wirkungen kaum ertragbar zu finden. Die erste, von Pixii im Jahr 1832 erfundene Rotations-Maschine bewegte nicht den Inductor an den festen Polen der liegenden oder stehenden Hufeisen-Magnete vorüber, sondern umgekehrt die Magnet-Pole an dem Inductor; der übrigens im Allgemeinen um so wirksamer ist, je größer die Anzahl seiner Seide-umsponnenen Kupferdraht-Windungen, und dessen Strömungen größere Intensität (Eindringlichkeit) bethätigen, wenn die Drähte dünn und deren Windungen zahlreich sind, diese aber dem eisernen Inductor-Kern nicht unmittelbar anliegen, sondern zunächst einen schlechten (zurückwirkende Inductions-Strombildungen verhindernden) Elektricitäts-Leiter umspannen, der (z. B. aus einem hohlen hölzernen Cylinder oder sog. Holzspuhle, oder aus einer mit Gutta-Percha überzogenen Papprolle, oder nur aus Gutta-Percha bestehend) den eisernen Kern umfaßt, während umgekehrt die Ströme (mit Faraday zu reden) an Elektricitäts-Menge (S. 1771) gewinnen, wenn der Kern unmittelbar von nur wenigen Windungen dicker Drähte umspannt erscheint. Im ersteren Fall bezeichnet F. die umwickelten Anker mit der Benennung: Intensitäts-, im letzteren durch Quantitäts-Inductoren. Ueber Stratingh's, Saxton's und Ritchie's hieher gehörige Vorrichtungen; vergl. Schmidt's S. 1807 Anm. erwähnte „Beschreibung" ꝛc. Je tragkräftiger der (armirte) Magnet solcher Maschinen, um so größer ist auch ihre Wirksamkeit, aber um so höher auch ihr Preis; *) ein Umstand, der Pohl veranlaßte, hiebei Elektromagnete als Magneto-Elektricitäts-Erreger in Anwendung zu bringen.

*) Eine v. Ettinghausen'sche Magnet-Elektrisirmaschine mit 5-fachem Hufeisen-Magnet steht zu 120, eine dergleichen einfachere zu 48 Fl., eine Keil'sche 5-fach magnetige zu 15, eine dergleichen 7-fache zu 20 Louisd'or im Preise. Clarke's dieher gehörige Maschine kostet nur 60 Fl., steht aber auch in Absicht auf Wirksamkeit jenen theureren sehr merklich nach.

C. Hinsichtlich des Magnetismus „an sich“,*) mögen folgende weitere Bemerkungen das hierüber (S. 1612 Anm. und 1809 ff.) bereits Berichtete vervollständigen:

a) Was den Verf. dieses Hdbs. zu jener Folgerung führte, daß Magnetismus und Cohärenz in Entstehungs-Beziehungen stehen (S. 888), waren hauptsächlich folgende Thatsachen: α) Metalle, welche, um magnetisch zu werden, nicht einer in ihnen vor sich gehenden Entwickelung oder Fortsetzung von elektrischen Vertheilungsreihen (sog. elektrische Strömen),**) sondern zunächst nur der Einwirkung des Erdmagnetismus***) oder dessen Vertreters, der ruhigen oder wechselnden (reibenden, streichenden ꝛc.) Berührung schon magnetischer Körper bedürfen, gehören zu den am meisten cohärenten (zusammenhaltend-zähharten); so namentlich Eisen und Nickel, und sollte sich, den neueren Versuchen entgegen, dennoch herausstellen, daß jene aus Kobalt gefertigten Magnetnadeln, mit welchen Kohl, Wenzel und Landriani experimentirten, nichts weniger als Eisen-haltig waren (m. Experimentalphys. I, 419), und daß reines Mangan magnetisirbar ist durch Streichen mit Magneten bei Zwischen-Lage von Papier, ebenfalls magnetisirt zu werden vermag, ohne vom reibenden Magnet Theilchen an sich gerissen zu haben, so gehört wenigstens das Co zu den cohärentesten Metallen, und jene außerordentliche Härte, welche ein im Kohlentiegel dargestelltes, bei heftigster Ofengluth geschmolzenes, nicht chemisch reines Mn darbietet,†) sie deutet wenigstens darauf hin, daß das sehr spröde grauweiße Mn, wie es aus 10 Gewichtstheilen Oxyd + 1 Kohle und 1 entwässerten Borax gewonnen wird, vielleicht durch einen kleinen Hinterhalt von Bor (und selbst von Na) die Mangelhaftigkeit seines

---

*) Ob die Benennung Magnet vom Namen der Stadt Magnesia in Lydien (Heraklea) stammt (m. Experimentalphys. I, 421), ist unentschieden.

**) Stoß, Erschütterung, Drehung, Reiben mit nicht magnetischen Körpern ꝛc. machen Eisen vorübergehend magnetisch, weil sie elektrische Strömungen erzeugen; S. 1820.

***) Wenn nach Gmelin natürlicher Magnet von größter Stärke in Sibirien sich in unbeträchtlichen Tiefen findet (deßgleichen in Scandinavien, Deutschland, Ungarn, Ostindien, Mittelafrika, Australien, Mexiko ꝛc.), und, Werner zufolge, das hieher gehörige Eisenerz — nach Berzelius eine Verbindung von FeO + Fe_2O_3 (= Fe_3O_4) mit, mehr oder weniger, wahrscheinlich nur physisch anhängendem Fe_2O_3 die, Karsten zufolge, im Centner 30 bis 38 Pfd. Fe enthält — erst auf der Halde magnetisch werden soll, so ist im ersteren Falle: lange Andauer der Einwirkung des Erdmagnetismus, im letzteren dieselbe vielleicht vereint mit der Einwirkung von Licht und Kälte als Erzeuger des Magnetismus zu betrachten, der mehr oder weniger sich andauernd wirksam erhält, weil das Erz in seinem O-Gehalt ein Härtungsmittel besitzt, das für dasselbe das C (oder C + Si, oder + Al) des Stahls ersetzt; s. w. o.

†) Der Verf. dieses Hdbs. besitzt ein dergleichen Stückchen Mn, das Glas sehr stark ritzt.

Zusammenhanges erlangte? An Härte und Sprödigkeit kommt übrigens das Chrom dem Mangan sehr nahe, dem es außerdem, sammt dem Vanad, hinsichtlich seines chemischen Haupt-Verhaltens sich anreihet; oben S. 856 ff. β) Dem Magnetismus, wie der Cohärenz wirkt die Wärme gleichmäßig entgegen. Kupffer's Versuche bestätigen diese, theils aus älteren Beobachtungen, theils aus eigenen Versuchen (a. a. O. S. 424) abgeleitete Folgerung *) vollständigst. γ) Erschütterungen schwächen die Cohärenz und den schon entwickelten Magnetismus (ebenso das „Abreißen des Ankers" von Hufeisenmagnet); wenn unmagnetisches Eisen durch Erschüttern magnetisch wird, so scheint diese Magnetismus-Erregung und jede ihr ähnliche: Folge einer durch Erschütterungs-Elektrisirung (S. 1789) entstandenen Elektromagnetisirung zu seyn; ertheilt man dem oberen Ende eines lothrecht gehaltenen eisernen Stabes, mittelst eines Hammers einen Schlag, oder stößt man das untere Ende gegen eine harte Unterlage, so zeigt er Polarität; deren Pole wechseln, sobald man hierauf gegen das entgegengesetzte Ende schlägt oder stößt. Der Uebergang vom erhitzten in den erkalteten Zustand wirkt um so mehr magnetisch-polarisirend auf Stahlstäbe und magnetische Wirksamkeit erhöhend, je schneller solche Hitzungs- und Kältungs-Wechsel bewirkt werden; wahrscheinlich weil mit dem Erkalten der äußeren oberflächlichen Stabtheile, zugleich Berührung der noch heißen, weicheren Innentheile statt hat, die, als solche schlechtere Elektricitäts-Leiter darstellend, gegen die härteren äußeren —E erhalten, während diese elektropositiv werden, was dann elektrische Strömungen in den Querdurchschnitts-Theilchen (vergl. auch Ampère's Vorstellung S. 1801) und damit Elektromagnetisirung zur

*) Vergl. m. Arch. f. d. ges. Naturl. I, 68 ff.; VI, 185, 501; XIII, 145, 166, 204, 399; XX, 224. Ueber Thermomagnetismus a. a. O. I, 66, X, 235; XVII, 120. Ueber Photomagnetismus a. a. O. I, 68. Morichini's Magnetisirung des Eisens durch Violettlicht VIII, 105; X, 135; XIII, 397; XV, 150, 215. — Christie's Versuche ergaben, daß Fühlwärmen-Wechsel, bis ohngefähr zu 36⁰ C. = 28,⁰4 R. hinauf, die Stärke eines Magnets nicht mindern, wohl aber über 36⁰ C. hinauf merkliche, mit der Hitze wachsende, andauernde Minderung zu Wege bringen; über Magnete bei Weißgluth vergl. oben S. 1814. In Kupffer's Versuchen minderte sich die magnetische Wirksamkeit im geraden Verhältniß der gesteigerten Erhitzung. Diese Abnahme, wie die durch Wärmungs- und Kältungs-Wechsel erfolgende, erreichte endlich einen festen Punkt der Schwächung; wie dieses der Fall war, wenn der Magnet zunächst in warmes Wasser von 40⁰ C. (=32⁰ R.) getaucht, dann aber an der Luft abgekühlt und abwechselnd hiemit fortgefahren wurde. Zugleich ergab sich, daß aus hartem Stahl bestehende Magnetnadeln, bei oft wiederholtem Wechsel der Art, durch solches jeweiliges Erhitzen jedesmal weniger an Wirksamkeit verlieren, als sie durch das Wiedererkalten gewinnen, was in den Stand setzt: sie in Nadeln von andauernd gleichmäßiger Wirksamkeit zu verwandeln. Läßt man einen Magnet in der Guerike'schen Leere durch Aether-Verdampfen stark erkalten, so gewinnt er an Stärke.

Folge hat. Ueber die durch Voneinanderreißen zweier an einander hängenden glatten Adhäsirungsplatten entstehende Rauhigkeit, vergl. m. Experimentalphys. I, 414. Gehärteter Stahl ist bleibender, Stabeisen nur vorübergehender Magnetisirung fähig, wahrscheinlich: weil solche Härtung Folge jener Anziehungen ist, welche die äußeren erkalteten Theile auf die inneren annoch heißen ausüben, in dieser Hinsicht sich ähnlich verhaltend, wie sog. ungekühltes Glas (Steingut, Fayence, Porzellan); beim Stahl, als einem guten Elektricitäts-Leiter, hat aber diese Anziehung elektrische Strömung und Richtung der Theilchen zu Folge, welche solcher Strömung entspricht und, einmal geworden, bleibend ist; vgl. o. u. S. 1820. Nobili, der jenes Verhalten des Stahls lediglich von der durch's Erkalten ihm gewordenen größeren Verdichtung ableitet, fand, daß hohle Stahl-Cylinder, gehärtet, sich magn. wirksamer zeigen, als nicht durchhöhlte, weil sie zwei Härtungs-Gegenflächen (eine innere und eine äußere) statt einer darbieten. δ) Die Erregung des Photomagnetismus (die bei hinreichend klarem, weder Staub- noch Dunst-erfülltem Himmel nachweisbar ist; wie Solches dem Verf. dieses Hdbs. wiederholte Beobachtungen bezeugten) erfolgt durch Einfluß derselben oscillatorischen (nämlich Licht-) Bewegung, welche auch in heißen Ländern die Cohärenz der Holzfaser (des Lignin und der Cellulose) erhöhet, während sie zugleich die Entwickelung der Pflanzenfarben befördert. ε) Stoffe, welche die Zähigkeit der Metalle mindern oder aufheben, wirken auch ihrer Magnetisirbarkeit entgegen, in dieser Hinsicht sich antimagnetisch verhaltend. Zu diesen Stoffen gehören As, S und O, wenn sie im hinreichend überwiegenden stöchiometrischen Verhältniß, z. B. mit Fe, verbunden worden. *)

b) Soll ein natürlicher oder ein künstlicher Magnet an Wirksamkeit nicht verlieren, so müssen sie (der erstere mittelst eiserner Umfassung oder sog. Armirung) mit dem Anker verbunden, und durch diesen fortdauernd mit Traggewichten versehen werden, die man so lange vermehrt, bis sie an Tragkraft nicht mehr zunehmen, und sie ihnen fortdauernd beläßt; denn: nicht in Gegenziehung befangen, hört in ihnen die Magnetismus-erzeugende Bewegung nach und nach auf, indem ihre Theilchen wiederum jene (von der Richtung zu ihrem Schwerpunkte und dadurch zum Erdschwerpunkte abhängige) ehemalige gegenseitige Stellung annehmen. Je mehr man eine Feder-harte Saite spannt, um so mehr erhöhet man ihre Federhärte,

*) Vergl. m. Experimentalphys. I, 424 und m. Arch. I, 71. Ich folgerte aus fremden und eigenen Beobachtungen und Versuchen, daß es in magnetischer Hinsicht dreierlei Metalle gebe: magnetische, antimagnetische und solche, welche durch schon gegebene Magnete weder magnetisirbar sind, noch den Metallen dieser Magnete das Magnetisirungs-Vermögen zu rauben vermögen (z. B. Ag, Au ꝛc.) und die man unentschiedene oder indifferente nennen könnte.

um so mehr wächst ihre Elasticität; in ähnlicher Weise verhält es sich auch mit der Verstärkung des Magnets durch Vermehrung seines Traggewichts; die (Longitudinal-Wellen?) Bewegung beschleunigt sich (muthmaßlich: Wellen-verkürzend), je mehr die spannende Tragmasse wächst; Uebermaaß der letzteren führt zur Abreißung vom Magnet, wie übermäßige Spannung der Saite diese zum Zerreißen bringt. Was zwischen der Tragmasse und dem Magnet, oder was zwischen zwei mit ihren Gegenpolen einander entgegen gerichteten Hufeisen-Magneten, als an sich unmagnetischer Stoff weilet, wird nur so lange derselben Gegenbewegungen (longitudinal-polarischen Bewegungen) theilhaftig, als es in seiner Lage verweilet, ist mithin nur vorübergehend polarisch. *)

c) Weiches unmagnetisches Eisen wird von einem Metall-Magnete angezogen, bietet aber keine Stelle dar, von welcher aus es solche Anziehung gegen anderes weiches Eisen fortzupflanzen vermöchte (oben S. 1721), und ebenso auch keine, auf welche gleich darauf der eine oder der andere Pol des Magnet merklich „abstoßend“ wirkt (weil jeder Magnet-Pol die Polarität des ihm gleichnamigen Eisen-Pols umkehrt); es ist metall-magnetisch anziehbar oder retractorisch, aber nicht „anziehend“, nicht „attractorisch“, wird jedoch beides, an sich polarisch und magnetisch, wenn es längere Zeit in der Nähe des Magnet weilt, oder seiner Berührung unterworfen bleibt (so wie auch durch anderweite Anregungen). **) Es ist jedoch auch dann der ihm solchen Weges gewordene Metall-Magnetismus nur ein vorübergehender; während Stahl, bei gleicher Behandlung mehr oder minder bleibenden erlangt. Beider Magnetisch-werden erfolgt gemäß der vom Magnete ausgehenden polarischen Bewegung oder sog. Erregung, die, den früheren Ansichten und Meinungen von der Natur des Magnetismus gemäß, magnetische Vertheilung genannt wurde (S. 378 Anm.) und

*) Aber damit noch nicht vorübergehend magnetisch, wie dieses beim zwischen gelegten Eisen der Fall ist; in Coulomb's Versuchen (S. 1813 Anm.) handelt es sich auch nur von vorübergehender Polarität der Stoffe, aber nicht von jeweiligem Magnetismus derselben, denn sie halten sich wohl nordsüdlich, ziehen aber Eisen aus der Ferne nicht an (vorausgesetzt, daß solche Stoffe nicht an sich magnetisch sind).

**) Scoresby brachte (auf seiner Nordpol-Fahrt) lediglich durch Schlagen mit dem Hammer, auf den senkrecht gestellten Stahlstab, einen Magnet zu Stande, der 8 Pfd. Tragkraft zeigte. — Der w. o. beschriebene Doppelstrich bewirkt Magnetisirungen, welche zwar das Trageisen des solchen Weges gebildeten Magnets demselben sehr fest anliegen machen, die aber, von demselben durch Abreißen getrennt, hiedurch sofort gegen $^2/_3$ ihrer Tragkraft einbüßen. Zur Ermittelung dieser Kraft dient übrigens der an die Pol-Enden (z. B. eines Hufeisen-Magnet) anzulegende, genau in der Mitte durchlöcherte Anker, auch genannt Trageisen; s. w. u. Gilt es, einen hufeisenförmig gekrümmten Stahlstab zu magnetisiren, so geschieht dieses gewöhnlich durch einen schon bestehenden Hufeisen-Magnet, mittelst des Doppelstrichs; s. w. o.

die Seitens schon gegebener Magnete in dem zu magnetisirenden Stahl gewöhnlich bewirkt wird, nicht durch ruhiges Nebeneinanderliegen oder Berühren des Magnets und des Stahls, sondern durch jene wechselnden Berührungen, welche man den Strich genannt, und in dieser Hinsicht den einfachen von dem doppelten, und beide von dem Kreis-Strich unterschieden hat.

c) Zur Vollziehung des einfachen Strichs setzt man am zweckmäßigsten das Nordpol-Ende eines wenigstens 10 Pfd. Tragkraft besitzenden stabförmigen Magnet, mit einer seiner Endkanten unter einem Neigungswinkel von 45° auf die Mitte des zu magnetisirenden, in der Richtung des magnetischen Meridians wagrecht gelegten Stahlstabes, zieht es dann, mit jener Berührungskante, den Stahlstab unausgesetzt berührend, bis zum Südende dieses Stabes, hebt nun den Magnet ab, und bringt ihn (vom Stahlstabe unberührt) wieder zu der vorigen anfänglichen Berührungsstelle, und wiederholt solches Streichen 10 bis 12 Mal. In gleicher Weise verfährt man dann auch mit dem Süd-Ende des Magnet, es ebenfalls auf die Mitte des Stabes setzend, und damit bis zum Nordende desselben ihn streichend ꝛc. Dann zeigt der neue Magnet beiläufig 1 Pfd. Tragkraft. Behufs des zuerst von Aepinus und Savary (im J. 1708 u. 1730) angewandten Doppelstrichs stellt man zwei stabförmige Magnete so auf die Mitte des Stahlstabes, daß der eine mit seinem Nordende, der andere mit seinem Südende, in bemerkter Winkelstellung den Stahlstab berührt, während beide Magnete, dort, wo sie sich auf dem Stahlstabe mit ihren aufwärts gerichteten Endkanten berühren, mitsammen einen rechten Winkel einschließen; man streicht dann, ziemlich langsam, mit dem Nordende des einen Magnet den Stahlstab bis zu dessen Südende, und gleichzeitig mit dem Südende des anderen Magnet bis zum Stahlstab-Nordende, hebt dann beide Magnete rasch ab und erneuet dieses Doppelstreichen ebenfalls 4 bis 5 Mal. Statt zweier Einzelmagnete kann man sich auch eines Hufeisen-Magnet bedienen, dessen Pole man senkrecht so auf die Mitte des Stahl-Stabes stellt, daß dessen Längen-Mittelpunkt den Abstand des einen Hufeisenpols vom anderen genau hälftet, und streicht nun mit dem Hufeisen zuerst bis zu dem einen Stabende, jedoch über dasselbe nicht hinausfahrend, streicht dann zurück bis zum entgegengesetzten Ende, und fährt so fort zu streichen, führt aber bei dem letzten Streichen den Hufeisenmagnet nur bis zur anfänglichen Mitten-Stellung. Hat man zwei einzelne Magnetstäbe, so braucht man diese nur, mit ihren entgegengesetzten Polenden nach unten gerichtet, senkrecht auf die Stahlstabmitte so neben einander zu stellen, daß beide Stäbe einige Linien von einander fernen und dann verfahren, wie mit dem Hufeisen-Magnete. Gilt es eine sog. „Magnetnadel“ (S. 1810 Anm.) herzustellen, so legt man auf wagrechter Fläche, in der Richtung des magnetischen Meridian, zwei gleiche Tragkraft besitzende geradlinige Magnetstäbe so

hinter einander, daß sie einen Stab vertreten, der in Mitten sog. freundschaftliche Pole (also N des einen und S des anderen Magnet darbietet; während, wenn N und N, oder S und S beider Magnete in Form eines Stabes sich berührten, die Berührungs-Gegenflächen sog. feindlichen Polen angehören würden), und auf diesen zusammengesetzten Stab, in gleichlaufender Richtung die zu magnetisirende Nadel, so, daß ihre eine Längenhälfte über den Nordpol des einen Stabes, die andere über den Südpol des zweiten Stabes, jede gegen die Mitte des zugewendeten Stabes hinausreicht, und zieht dann beide Magnetstäbe geradlinig nach entgegengesetzten Richtungen aus einander. Der von Sjösteen erfundene sog. Kreisstrich wird vollzogen, wenn man vier zu magnetisirende Stäbe mit ihren Enden so zusammenlegt, daß sie ein rechtwinkliges Viereck gewähren und dann, wie beim Doppelstrich, die polarisch entgegengesetzten Enden zweier Magnetstäbe, oder die beiden Pol-Enden eines Hufeisenmagnet, von einem Ende eines der zu magnetisirenden vier Stäbe aus, nach einander über die Fläche dieses Stabes seiner Länge nach, und so über die übrigen drei Stäbe so hinwegstreicht, daß der Hufeisenmagnet wieder die Stelle erreicht, wo dessen Streichen anfing. Wiederholungen dieser in sich selber zurückführenden Streichung, führen bald zur sog. Sättigung der neugebildeten Magnete, d. h. zu jenem Grade der Magnetisirung, bei welchem weitere Wiederholungen des Kreisstrichs die Wirksamkeit der neu gebildeten Magnete nicht weiter erhöhen. In ähnlicher Weise verfährt man auch, wenn man hufeisenförmig gekrümmte Stahlstäbe in Hufeisenmagnete zu verwandeln beabsichtigt, zumal bei solchen, deren Schenkel, bis zur oberen Krümmung, nicht aus geraden Stäben bestehen, sondern, wenige Zoll von den freien Schenkel-Enden, seitliche Ausbiegungen darbieten. Ist dieses aber nicht der Fall, so verfährt man, nach Hoffer, wie folgt: Auf eine wagrechte Tischplatte legt man (der Richtung des magnetischen Meridian entsprechend) einen, bis zur oberen Krümmung gleichlaufend gerichteten, gerade Schenkel darbietenden, hufeisenförmigen Stahlstab, fügt einen das künftige Trageisen (Anker) bildenden kurzen Stab der Art, den freien Schenkel-Enden an, setzt dann die Pol-Enden eines starken Hufeisen-Magnet senkrecht so auf jene freien Enden, daß erstere dem Ankereisen möglichst nahe stehen, und streicht nun beide Magnetschenkel über beide Stabschenkel bis zu der letzteren oberen Krümmung hinauf, hebt sie dann ab, um solche Streichung von Neuem zu beginnen, und fährt hierin bis zur Sättigung des neuen Magnets fort, dessen hiedurch erweckte Pole jenen des Streichungsmagnets gleichnamig hervorgehen, während sie ungleichnamig erscheinen (also z. B. dem streichenden Nordpolende entgegen südpolarisch ꝛc.), wenn man die Streichung nicht beim Anker, sondern, ein zweites Verfahren Hoffer's befolgend, nahe

der Wölbung zu streichen beginnt; *) in beiden Fällen (und ebenso beim einfachen, Doppel- und Kreis-Strich) müssen die streichenden Schenkel dieselbe Breite darbieten, wie die zu streichenden, und sind erstere schmäler, so muß man sie, die fehlende Breite ergänzend, mit eisernen Schuhen versehen, und Gleiches gilt auch hinsichtlich des gegenseitigen Abstandes beider Schenkel, der ebenfalls bei beiden Hufeisen gleiche Größe darzubieten hat. Fr. Mohr hat dieses zweite Hoffer'sche Verfahren dahin abgeändert, daß er hinter die streichenden Schenkelenden ebenfalls ein Trageisen legt, bevor er sie von den gestrichenen Schenkeln entfernt. M. kam durch diese Abänderung zugleich auf ein Verfahren, durch welches man erfährt: wann der also herzustellende Magnet seine Sättigung erreicht hat. Es ergab sich nämlich, daß beim ersten Aufsetzen des erregenden Hufeisen-Magnet auf den zu bildenden, das Trageisen des letzteren von demselben nur angezogen wurde, sofern es einmal gestrichen worden; folgte dann das zweite Aufsetzen, so ergab dieses eine nur schwache Trageisen-Haftung, und war man dabei bis zu einem gewissen Abstande von den Schenkelenden des zu bildenden Magnets gekommen, so zeigte sich alle Trageisen-Haftung = 0; d. h. so verhielt sich diese Stelle ähnlich wie ein (verrückbarer) magnetischer Ausgleichungs- oder sog. Indifferenz-Punkt **) über den hinaus, dem Ende näher geführt, die Anziehung

*) Bei Anwendung des ersten Hoffer'schen Verfahrens liegen die den streichenden Schenkeln ungleichnamigen Pole in der oberen Krümmung. Läßt man H.'s erstem Verfahren sein zweites: an demselben neugebildeten Magnete folgen, so hebt man dadurch die Wirkung des ersteren wieder auf, und fährt man hierin fort, so ertheilt man dem Hufeisen eine der ersten entgegengesetzte Polarität.

**) Vergl. S. 1721. Fährt man mit einem Pole eines Magnets über einen Eisenstab hin, von einem Ende desselben zum andern, so zeigt jenes erste Ende, wo man die Pol-Führung begann, weilt der Pol daselbst kurze Zeit, den jenem Pole entgegengesetzten Pol-Werth, also S-Polarität, wenn dem Stab-Ende der Nordpol dargeboten wurde und umgekehrt; führt man nun aber den Pol dem anderen Stab-Ende näher, so geht der hervorgerufene Pol-Werth nach und nach in den entgegengesetzten über, woraus Brugmanns folgerte (da, hatte man die Pol-Führung am entgegengesetzten Stabende mit dem dem ersten entgegengesetzten Pol begonnen, die Umkehrung des ursprünglichen erweckten Pol-Werthes in gleicher Weise statt hat), daß auf jeder Seite der Mitte eines stabförmig werdenden Magnets ein Punkt gegeben seyn müsse, wo beide Pol-Werthe, von denen der eine zwischen den Mittelpunkt des Stabes und den nördlichen, und der andere zwischen jenen und den südlichen Endpunkt des Stabes fällt = 0 sind. Von diesen B.'schen sog. Indifferenzpunkten verschieden, ist mithin jener magnetische Mittelpunkt, der gleich weit von jedem der Pole der Nadel fernen würde: wenn ihre Neigung an beiden Polen gleiche Stärke besäße; was jedoch nur unter dem magnetischen Aequator der Fall ist. Cavallo nannte diesen Punkt: den Mittelpunkt, Schelling: den Indifferenzpunkt der Nadel (m. Experimentalphysik I, 427). Da übrigens beim einfachen Strich die magnetische Wirksamkeit des vom Magnet noch nicht berührten (dem berührten entgegengesetzten) Stabtheiles allmälig, bis zu einem gewissen Punkte wächst, so kann man außer jenen

sich wieder einstellte. Wiederholte man in dieser Weise die Doppel-streichung, so rückte jenes O dem Ende immer näher, und so erreichte es endlich einen Punkt weiterer Unverschiebbarkeit, und nun nahm auch der also zu Stande gekommene Hufeisenmagnet an Wirksamkeit nicht mehr zu. — Aehnliche Verhalten zeigen auch, des Verf. dieses Hdbs. Beobachtungen gemäß, magnetische Stäbe, die man mit unmagnetischen belastet, unmittelbar nach der Aufeinanderlegung; wie denn auch derselbe (bereits 1815) sehr merkliche Ablenkung einer Magnetnadel von ihrer, dem magnetischen Meridian entsprechenden nordsüdlichen Stellung wahrnahm, als er einen einige Zoll hoch über der Nadel parallel derselben, schwebend erhaltenen, sie an Länge beträchtlich übertreffenden magnetischen Stahlstab, an dem von der Nadel am meisten fernenden Ende durch Weingeistflamme erhitzte. *)

Punkten, mit Van Swinden noch zwei Punkte bedingungsweise größter Wirksamkeit, von ihm culminirende Punkte genannt, unterscheiden; vgl. a. a. O.

*) Stellt man auf einen der wagrecht liegenden Pole eines Magnet, eine passende, niedrige Glas- oder Porzellanschaale und füllt diese mit Wasser, legt dann auf letzteres ein von einer stählernen Nähnadel wagrecht (der Quere nach) durchstochenes Korkscheibchen und läßt auf diese, von oben herab, den entgegengesetzten Pol des Magnet (oder eines anderen, ebenso starken Magnet) einwirken, so stellt sich die Nadel aufrecht; gießt man nun vorsichtig Weingeist auf das Wasser (so daß beide Flüssigkeiten möglichst unvermischt bleiben) und zündet ihn an, so geräth die Nadel bald in's Glühen und verbleibt dabei in ihrer aufrechten Stellung; vergl. Keil's: Der mineralogische Magnetismus in physikalischer, physiologischer und therapeutischer Beziehung. Erlangen 1816. 8. — Um einen Stahlstab hinsichtlich seiner fraglichen Tauglichkeit vordersamst zu prüfen, empfiehlt K. a. a. O. folgendes Verfahren: man bringt das eine Ende des Stabes in lebhaftes Glühen und löscht ihn darauf in Wasser ab, ihn darin so lange belassend, bis er durchgängig vollkommen erkaltet erscheint; läßt sich dann die obere schwarze Decke (der Glühspahn; S. 376) leicht und gänzlich ab (oder, was dasselbe sagen will: zeigt er guten Absprung), so war er nicht nur ein an sich guter, sondern auch ein wohl gehärteter Stahl, der, als solcher nicht nur gehörig compact (d. i. gleichmäßig zusammenhaltend), sondern auch im Bruch nicht porös (gleichförmig dicht), feinkörnig, glänzend und langfaserig, und vor Allem: frei von Querbrüchen und Sprüngen ist, was sich leicht finden läßt, da das frisch abgelöste Stab-Ende mittelst des Hammers vom übrigen Stabtheil leicht abgeschlagen werden kann. Der englische Stahl, bemerkt K., hat diese Beschaffenheiten nicht beisammen, und eigne sich daher nicht vorzüglich zu Magneten; er sey zwar feinkörnig, hart und auch glänzend im Bruche, aber kurz (faserig), lasse sich nur bei Kirschrothgluth schmieden, fahre dagegen bei Weißgluth unter dem Streckhammer aus einander; er sey nicht genug durchknetet und zu hart, und gewähre daher schlechte Magnete. Zu hart (nach K.'s Meinung: wegen zu großen Carbon-Gehalts; wahrscheinlicher jedoch auch in Folge zu großer Beimischung von Silic, vielleicht auch, hierin dem Wooz ähnlich, gemäß eines Alum-Gehaltes; vergl. oben S. 351 Anm. u. 363) sey auch der Schweiß- oder Schmiede-Stahl (oben S. 1825), und außerdem zu theuer und selten von solcher Stabdicke, um große Magnete daraus fertigen zu können. Der gewöhnliche Steiermärker Stahl (oben S. 373 u. 376 Anm.) sey zu wenig durch den Hammer bearbeitet, daher noch viel zu roh, und nur einige reinste und beste Sorten des Brescia'schen Stahles seyen brauchbar, ganz vorzüglich

e) Die Berührungsflächen des Trageisens und der Pol-Enden eines Magnets (z. B. jene eines armirten natürlichen, oder eines hufeisenförmigen künstlichen Magnets) dürfen nicht geebnet, sondern müssen

---

aber zeige sich der dreimal raffinirte (dreimal veredelte) Solinger sog. Schwert- oder Klingen-Stahl; vergl. oben S. 382. Zur gehörigen Magnetisirung erfordere der Stahl eine besondere Härtung, die man ihm ertheile, nachdem man ihn zuvor mit dem Hammer, dann mit der gröberen und hierauf mit der feineren oder Schlicht-Feile erforderlich geformt habe. Aber Mühescheue der Arbeiter mache ihn hiebei nicht selten zur gehörigen Härtung unfähig. Um ihn nämlich leichter feilen zu können, bestreichen sie ihn, nachdem er bis zur Feilung bearbeitet worden, mit dicken Lagen von Thon und Lehmbrei, trocknen ihn und lassen ihn dann, also umhüllet, die Nacht hindurch in einem eigends dazu veranstalteten Kohlenfeuer gelinde glühen, was ihn weicher mache, indem es ihm Carbon entziehe (verbrenne), und daher Feilen (und Feilende) schone; also verdorbener Stahl werde durch späteres Härten nicht wieder zur erforderlichen Güte hergestellt; vergl. übrigens oben S. 381 Anm. Glühung des Stahls, Behufs seiner Formung und Härtung, heische Holzkohlenfeuer. Die Härtung fordere kaltes und hartes Brunnenwasser, das man, auf 6 Eimer desselben mit einigen Loth Salpeter und etwas Salmiak zu versetzen und von Zeit zu Zeit durch Zusatz neuer Mengen kalten Hartwassers der Art kalt zu erhalten habe, falls viel Stahl zu härten sey. Hufeisenmagnete taucht man, beide Pol-Enden zunächst in das Wasser schiebend, in demselben gänzlich unter und schiebet sie dabei hin und her, um so möglich gleichförmige Durchkühlung derselben zu erzielen. Sehr dicke Stahlstäbe durchgängig gleichmäßig zu härten, hält sehr schwer, meistens bleiben sie inwendig weich. Um aber den gehärteten Stahl weiter bearbeiten zu können, befreit man ihn zunächst, durch Abreiben mittelst Sandstein, von aller Schwärze und überläßt ihn nun, Behufs des Anlassens, gleichförmiger Holzkohlengluth; dabei von Zeit zu Zeit die Kohlen wegschiebend, um zu sehen, ob er die rechte Anlaßfarbe: Hafergelb der Stahlschmiede, d. i. ein dem Blaßgelb folgendes blasses Goldgelb, erreicht habe; da man ihn dann den Kohlen entzieht, und zur Abkühlung senkrecht auf den Boden stellt. Hatte man gewartet, bis seine Farbe in's Rothblaue oder Blaue übergeht (was der Schmied das Ablaufen der Farbe nennt), so ist er zu weich geworden, nimmt dann den Magnetismus zwar leicht an, verliert ihn aber auch bald wieder. Zu kleinen Magneten bestimmte Stäbe läßt man nicht im Kohlenfeuer an, wo sie zu leicht ablaufen würden, sondern legt sie statt dessen auf glühend heiße eiserne Platten, was dann zugleich in den Stand setzt, die Anlaßfarbe besser beurtheilen zu können; vergl. Keil a. a. O. Der zuvor erwähnte Wuz (Wootz), auch wohl Damascener-Stahl genannt, übertrifft den europäischen Stahl an Bläue, verträgt aber weder Rothgluth noch Zusammenschweißung mit Eisen. Als Faraday und Stodart stäubig zertheiltes, sehr Carbon-reiches Roheisen mit Alumoxyd (Thonerde) innig mengten, und das Gemenge dann längere Zeit hindurch der Eisenschmelzhitze aussetzten, erhielten sie ein weißes, feines und sprödes Korn, das (aufgelöst) 6,4% AlO_3 ausscheiden ließ; 4 Gewichtstheile dieses Alumin-Eisens + 70 Brennstahl, und in einem anderen Versuch 6, 7 + 50 Stahl gaben Legirungen, welche in ihrem Verhalten dem Wuz gänzlich gleichkamen. Wilson zufolge besteht letzterer, roh, wie er aus Bombay eingeführt wird, procentisch aus 97,525 Fe; 0,948 Al; 0,120 Si und 1,407 C; verarbeitet enthält er hingegen nur 0,975 C + 98,643 Fe (und mithin wahrscheinlich 0,382 Al + Si). Zu Damascener-Klingen verwendet, zeigt er, mit Säuren geätzt, jene Damascirung genannten, ungleichfarbigen und ungleichgeformten Adern; und zwar auch dann, wenn er der Schmelzung unterworfen worden.

etwas (ellipsoidisch) gekrümmt seyn, aber dennoch so genau an einander schließen, daß man zwischen beide nicht hindurch sehen kann. Die Größe solcher Gegenflächen-Krümmung darf aber, bei großen Magneten, 1/2 Linie nicht übertreffen, und liegt das Trageisen fest an, so darf ein an dessen unteren Rand gehaltenes Stückchen Eisen, z. B. ein Schlüssel nicht daran hängen bleiben. Ist das Trageisen sehr dick und daher sehr gewichtig, der Magnet aber entsprechend stark, so kann man zwischen beide Gegenflächen eine Schnur legen, da dann solches Trageisen gleichsam in der Luft schwebend erscheint (Keil a. a. O.), in dieser Hinsicht erinnernd an Mahomed's Sarg. Ein guter Elektromagnet gewährt das Gleiche. Hängt dann aber solches Eisen schwebend in der Luft, so reicht Annäherung einer Nähnadel zum Magnete hin, ihn schwanken zu machen (K. a. a. O).

f) Verstärkt wird der Magnet, der natürliche wie der künstliche, durch sog. Panzerung oder Armirung, und der letztere außerdem noch durch Vervielfältigung oder sog. Magazinirung. Gepanzert erscheint der natürliche Magnet, wenn man an seine möglichst glatt abgeschliffenen Pole dünne eiserne Platten legt, die unten in dickere hervorstehende Füße auslaufen; jedenfalls trägt er dann ein größeres Gewicht als er selbst wiegt. Gewöhnlich aber umlegt man ihn mit einem eisernen (stählernen), wohl abgeschliffenen Bügel, der entsprechend glatt abgeschliffene Stellen des Magnets durchgängig höchst genau berührt, und durch Schrauben gefestigt wird und unten, wo er beide Pole darbieten soll, in einen eisernen (stählernen) wagrechten Stab ausläuft, der dazu bestimmt ist, den Anker zu tragen; letzterer muß hier, wie bei künstlichen Magneten, so genau, wie zuvor bemerkt, anschließen. Legt man zwei Magnete wagrecht so unter einander, daß ihre Gegenpolmassen einander innig berühren, so ziehen sie (vereint) kein Eisen an, Falls sie einander an Stärke vollkommen gleichkamen; streicht man hierauf (nach Art des einfachen Strichs) den oberen derselben von oben nach unten mit einem senkrecht aufzustellenden starken, mindestens 25 Pfd. Tragkraft besitzenden Magnet und legt nun an diesen gestrichenen Magnet das Trageisen, so findet er sich beträchtlich verstärkt, und verfährt man dann ebenso mit dem unteren, nachdem man ihn zum oberen gemacht hatte, so wird dieser wiederum stärker, als der jetzt untere, und also noch ein bis zwei Mal mit beiden Magneten verfahren, ertheilt man diesen, waren ihre Massen mäßig groß (1 bis 2 1/2 Linien Querdurchmesser habend und nicht viel über 1 Pfd. wiegend), magnetische Sättigung, d. h. eine Stärke, die durch dasselbe Verfahren nicht weiter vermehrt, wohl aber vermindert werden kann; was aber auch von beträchtlich mehr Masse darbietenden, stärkeren Magneten gilt, die man übrigens in gleicher Weise, jedoch (sie nach einander umwendend) unter der Abänderung behandelt, daß man dem zuletzt untergelegenen einen Strich, dem dann oberen deren drei ertheilt, hier-

auf den magnetisirenden Magnet mit beiden Polen darauf stellt, ihn also mit beiden Händen haltend, ihm das Trageisen vorlegen läßt und ihn dann, ohne ihn zu schieben, vorsichtig abhebt; K. a. a. O. Weder bei diesen Streichen, noch bei den früher (oben S. 1855) beschriebenen verschiedenen Strich-Führungen verliert der streichende Magnet irgend etwas an Stärke; wäre er also in Folge sog. magnetischer Flüssigkeiten (s. w. u.) magnetisch, die Magnetismus zu bewirken vermögen, wo sie sich befinden, oder wohin sie sich begeben, so müßte seine magnetische Stärke in dem Maaße sich mindern, als durch ihn mehr Stäbe magnetisirt werden, was aber keinesweges der Fall ist; denn jene Schwächung, welche ein Magnet augenblicklich durch Berühren unmagnetischen Eisens erfährt (dessen Widerstand seine polarische Bewegung überwinden muß, wenn sie in demselben in Gang gesetzt werden soll, und die hierin durch den Erdmagnetismus fortdauernd unterstützt wird; S. 1815 Anm.), sie ist durchaus von bald vorübergehender Art. Keil fügt obigem Verstärkungsverfahren (a. a. O.) die Bemerkung bei: der untere Magnet muß aus einer sog. Lamelle bestehen, ist er aus mehreren (mit einander verbundenen) zusammengesetzt, so bewirkt die obere Pol-Umkehrung, zugleich sog. Indifferenzirung (Schwächung) der ihm nächst unteren Lamelle, die sich dann hinsichtlich der übrigen unteren Lamellen fortsetzt; je kleiner ein Stahl- oder Eisen-Stab ist, nicht nur um so leichter, sondern auch um so stärker läßt er sich magnetisiren, so daß kleine Stäbe verhältlich stärker magnetisirbar sind, als große; hufeisenförmige sind übrigens meistens 10mal stärker zu magnetisiren, als gerade. Mehrere magnetisirte sog. Lamellen oder Stäbe stellen, gehörig verbunden, ein sog. magnetisches Magazin oder eine magnetische Batterie dar, das man entweder unter andern dadurch erhält, daß man zuvörderst die einzelnen, lothrecht gestellten Stäbe durch senkrecht geführte Hammerschläge, oder durch Streichen magnetisirt, sie dann bis zur Sättigung (S. 1857) verstärkt und schlüßlich zu einem Bündel zusammenfaßt. Die Verstärkung selbst aber wird dadurch bewirkt, daß man z. B. von 12 dergleichen (vor ihrer Zusammenlegung wohl gesäuberten) Einzelmagneten zwei gleichlaufend mit entgegengesetzten Polen so neben einander legt, daß, hat man dann jede der zwei einander gegenüber liegenden Enden dieser beiden Magnetstäbe, durch einen passenden kurzen weicheisenen Stab, zu einem rechtwinkligem Viereck verbunden, man nun zunächst die übrigen 10 in 2 Bündel vertheilt, diese hierauf auf die Mitte eines der ersteren Magnetstäbe stellt, und diesen damit doppelstrichartig streicht; dann ebenso mit dem anderen Stabe verfährt, nun aber beide Stäbe umwendet (so daß ihre obere Seite die untere wird), und auf diesen sonst unteren, jetzt oberen Seiten in gleicher Weise die Streichung vollzieht und dieses gedoppelte Doppelstreichen jedes einzelnen Magnets nun auch nach einander mit je zweien der sonst zu den Bündeln gehörigen Stäbe

vollzieht, indem man sie heraushebt, und ihre Stelle im Bündel durch die schon gestrichenen ersten (zweiten, dritten und vierten) zwei nach einander ersetzt. Man wiederholt solche Streichungen dann so oft, bis jede zwei Stäbe sich magnetisch gesättigt zeigen. Schließlich versieht man jedes der beiden Enden des ganzen Bündels mit einer die Einzelnenden derselben zusammenhaltenden Weicheisen-Hülle, d. i. mit dem Panzer (oder der Armatur) der aber, soll er Erwartetes leisten, den von ihm getroffenen Stäbe-Flächen, unter genauester Berührung sich anschließen muß. Keil zeichnet zu gleichem Zwecke jede der einzelnen Lamellen, bevor sie gehärtet werden, mittelst Feilung an ihrer Nordseite mit zusammen laufenden Strichen, damit man später, beim Magnetisiren (wobei er jede einzelne Lamelle horizontal abhebt) stets zu sehen vermag: welches ihre Nordseite ist und wie sie auf einander passen. Zur mittleren Lamelle wählt man dann, weil sie zum Tragen bestimmt ist, die dickste und längste (bei einem Magazin der Art, das 200 Pfd. tragen soll, mindestens eine von 7 Pariser Linien Dicke und einer Länge, daß sie wenigstens gegen 3/4 Pariser Zoll hervorragt. Die solcher mittlern Lamelle zu beiden Seiten folgenden dünneren, bilden, in Absicht auf Abnahme ihrer Dicke, zwei gleiche Reihen, deren äußerste Glieder die geringste, aber, wie je zwei gleich weit von der mittleren fernenden, vollkommen gleiche Dicke darbieten. Versieht man solches Magazin mit Weicheisen-Hüllen (sog. Schuhen; S. 1857), so müssen diese die Breite der Lamellen haben, an letztere mittelst sog. Schwalbenschwänze befestigt und diese durch hölzerne Hämmer angetrieben werden. Lamellen, wie jene Stabmagazine, heischen unbedingt vollkommene gegenseitige Berührung aller: Gegenflächen darbietenden Einzelnmagnete, damit sie als ein Gesammtmagnet wirken, und nicht als gesonderte Magnete, die sich gegenseitig neutralisiren. *)

---

*) Keil a. a. O. Die Lamellen werden, nach K., am besten durch Schleifung (nicht durch Feilung) auf einander gepaßt; sie müssen einander mit ihren Berührungsseiten durchaus vollständig, Punkt für Punkt decken. Das Loch in Mitten des Vorlegeisens, bestimmt, um entweder ein Traggewichte, oder auch, wenn man will: das ganze hufeisenförmige Magazin daran aufzuhängen, muß von beiden Seiten so gebohrt erscheinen, daß es in der Mitte dieser Seiten eine scharfkantige Erhöhung darbietet; damit der genau S-förmig gekrümmte Haken, dessen man sich zum Einhängen bedienen will, in dem Loche stets die Schwerpunktstelle hälfte und das Trageisen daher weder nach der einen, noch nach der andern Seite hin, sondern stets nur in seinem Mittelpunkte gezogen wird und nur von hier aus zieht. Erschütterungen sind beim Ein- wie beim Aushängen, und ebenso Boden-Erschütterungen durchgängig möglichst zu meiden; deßgleichen Nähe von Eisen (oben S. 1703). Einmal abgerissene Gesammt-Traglast wird unvermindert sogleich nicht wieder getragen, sondern kann nur durch nach und nach eintretende Vergrößerung des Einhänge-Gewichts wieder erreicht werden; man giebt dem Magnet in solchem Falle zunächst nur 2/3 des früheren Gesammtgewichtes zu tragen und vermehrt dieses nach Ablauf einiger Tage; vergl. auch K. a. a. O.

Bei Magazinen, welche aus Hufeisenmagneten bestehen sollen, verfährt man ähnlich, wie bei den Lamellen-Magazinen. Mersenne zufolge verstärkt Panzerung die Tragkraft eines Magnet nach und nach bis um das 320-fache. Newton hatte einen 3 Gran schweren Magnet, der fast das 249-fache seines eigenen Gewichts, nämlich 746 Gran, trug; Lichtenberg's Magnet zog nur das 60-fache. Der große natürliche Magnet im Teyler'schen Museum zu Harlem, zieht, Parrot zufolge (Phys. II, 602) 203 Pfd.; er ist, wie der noch ein Mal so große, ebenfalls natürliche, zu Rotterdam befindliche, vierkantig geschliffen und stark gepanzert. Letzterer ist 1 Fuß lang und gegen 8 Zoll breit, und soll 300 Pfd. tragen können, ist aber nur mit 100 Pfd. Traggewicht versehen. Das sonst zu London aufbewahrte, jetzt schon seit längerer Zeit in Woolwich befindliche, im Jahr 1746 dargestellte Knight'sche magnetische Magazin, *) die größte aller bekannten Vorrichtungen der Art, besteht aus 256 etwas über 1 Fuß langen, 5/4 Zoll breiten und nahe 8 Linien dicken Stäben, deren Gesammttragkraft unbekannt ist, weil man sie wegen der Art, wie das Magazin aufbewahrt worden, durch Gewicht-Anhängen nicht bemessen kann, obgleich mehrere dicke, die übrigen an Länge um etwas übertreffende und daher aus diesen hervorragende Stäbe, mit einem großen Anker versehen sind, der, Keil zufolge, gegen 14 bis 15 Pfd. wiegen dürfte. Knight verfertigte außerdem, und ebenso später auch Ingenhouß, an Gilbert's Terrellen (oben S. 1707) erinnernde vollkommen magnetisirbare Kugeln, aus Eisen-Feilstaub, Thon und Leinöl (oder statt letzterer beider Stoffe: Kalk und Käse), in denen man, durch Berühren mit einem Magnet, gemäß dadurch bewirkter magnetischer Vertheilung (S. 1709 und 1838) an jeder beliebigen Stelle freundschaftliche magnetische Pole hervorzurufen vermochte; **) was übrigens auch auf einer glatt geschliffenen Stahlplatte möglich ist, die sich in dieser Hinsicht zu Magnet-Polen verhält ähnlich

---

*) Keil sah es im Vorzimmer des an der Militär-Schule zu Woolwich Physik lehrenden Prof. Christie; früher, da es weniger rostig war, dürfte es beträchtlich wirksamer gewesen seyn, als da es K. fand; es lenkte nämlich eine Boussol-Nadel auf 6 Fuß Abstand nur um 2 bis 3 Grad ab, was K.'s Berechnung zufolge, einer Tragkraft von 100 Pfd. entsprechen dürfte. Es befand sich in einem hölzernen Kasten, der auf zwei mit 4 Rädern versehenen Axen ruhete und aus dem die Anker-Träger vorn hervorragten. — Muschenbroeck fand, daß sein auf einem Tische befestigter Magnet, aus nachbezeichneten Fernen die beigefügten Gewichte anzog:

bei 6''	Ferne	3	Gran	bei 2''	Ferne	9	Gran
5''	„	3,5	„	1''	„	18	„
4''	„	4,5	„	0''	„	57	„
3''	„	6	„				

**) Das frühere Verhalten des Knight'schen Magazin's beschrieb Fothergill; vergl. m. Grundr. d. Experimentalphys. I, 429. Ueber Steinhäuser's Verfahren zur Darstellung sehr starker Magnete; s. ebendas. S. 430.

wie die Harz- oder Schellack-Fläche zu denen Lichtenberg'sche Figuren bedingenden +E- und —E-Funken.

g) Coulomb bestimmte die Größe der Wirksamkeit einzelner Magnete mittelst der, freischwebend aufgehängten Magnetnadel seiner Drehwage (S. 1713); indem er nämlich dem einen oder dem anderen Pole den freundschaftlichen Gegenpol des Magnets näherte; ohne jenen zu berühren, versetzte er dadurch die Nadel in's Schwingen, d. i. in eine Bewegung, welche solche Nadel betrachten ließ als ein durch Magnetismus bewegtes Pendel; aus dessen Schwingungs-Gesetz (s. S. 1612) dann folgte: daß zwei nach einander auf die Nadel einwirkende ungleich starke Magnete hiebei Kräfte entwickeln, welche den Quadraten der Schwingungszeiten verkehrt proportional sind und die bei gleichen Zeiten sich verhalten: wie die Quadrate der Anzahl der Einzelschwingungen. Hansteen bestätigte späterhin Coulomb's Versuche und damit dann auch folgende, aus denselben ableitbare Gesetze: 1) die Polwirksamkeiten stehen, Ferne-Punkt für Ferne-Punkt, im verkehrten Verhältniß des Quadrats der Entfernungen (oben S. 1643); 2) die unbedingten (absoluten) Kräfte zweier, einer magnetischen Axe zugehörigen Punkte, verhalten sich, wie die Quadrate der Abstände dieser Punkte vom Punkt des Gleichgewichts (woraus dann folgt: daß die gesammte Fernewirkung eines Magnet, innerhalb der Richtung seiner Axe abnimmt, wie die Würfel der Entfernungen *), und 3) die Stärke, mit der sich die magnetische Axe dem Norden zuwendet, ist (nicht nur unter dem magnetischen Aequator, sondern durchgängig) genau gleich jener, durch welche sie nach Süden sich zu richten bestimmt wird; vergl. m. Experimentalphysik I, 427 u. 431. Die Bestimmung der Wirksamkeit eines Magnet mittelst des Traggewichts reicht zu Nachweisungen kleiner und sehr kleiner Wirkungs-Unterschiede nicht aus; genauere Ergebnisse gewährt für solche Fälle v. Saussure's Magnetometer (vgl. a. a. O. S. 430); noch genauere: Coulomb's Drehwage. **) Zur Ermittelung der erdmagnetischen Einwirkungen dienen Gauß und Weber's hieher gehörige Vorrichtungen; oben S. 1814. Das Vermögen, magnetisch zu bleiben, nennt man die Coercitivkraft des Magnet.

*) Bei 3-facher Ferne beträgt also die Wirksamkeit nur noch $1/9$, bei 4-facher $1/16$, bei 5-facher $1/25$ ꝛc.

**) Der Boussole bediente ich mich bereits im Jahr 1812 zu hieher gehörigen Versuchen. Ich lenkte die Nadel durch einen Magnet so weit ab, daß sie genau ostwestlich schwebte und fragte nun an: unter welchem Winkel sie sich stelle, a) wenn derselbe Magnet von ihr weiter entfernt werde, b) wenn ein Stellvertreter ihn ersetze, c) bis zu welchen Fernen andere Magnete zu bringen seyen, wenn sie in Beziehung auf die Nadel-Richtung leisten sollen, was der erste Magnet gewährt hatte, und d) welche Wirksamkeits-Aenderungen den Magnet treffen, wenn er dem Wärme-Wechsel, der Belastung mit unmagnetischem Eisen ꝛc. unterworfen erscheint; m. Experimentalphys. I, 431 ff.

h) Wie beim Fall der Körper die Beharrung (Trägheit) Beschleunigung bewirkt, so erhöhet auch andauerndes Vermehren des Traggewichts nach und nach die polarische Bewegung der Theile eines Magnet, bis endlich alle das ihnen mögliche größte Maaß solcher Innen-Bewegung erreicht haben. Wenn aber die Ursache solcher Bewegungs-Verbreitung und Steigerung wegfällt, so gelangen die Theilchen nach und nach mehr in Ruhe und verbleiben dann nur in sofern in magnetischer Wirksamkeit, als sie den Anregungen des Erdmagnetismus unterworfen erscheinen, und zwar mit so größerem Erfolge, je mehr sie ursprünglich, sey es durch Magnete, sey es durch irgend eine das Gleichgewicht der Anziehungs-Bewegkräfte störende Außengewalt magnetisirt worden, und je mehr sie dergleichen magnetisirte Theilchen darbieten; mithin, je größer ihr Massen-Bestand ist. Abreißen, Erschüttern ꝛc. schwächen Magnete wahrscheinlich hauptsächlich darum in mehr oder weniger auffallendem Maaße, weil sie den Theilchen neue polarische Bewegungsrichtungen ertheilen, dadurch aber Pol-Werthe hervorrufen, welche sich mit den schon bestehenden mehr oder weniger ausgleichen (sie indifferenziren), und ähnlich wirket vermuthlich auch die Wärme schwächend, nämlich durch Erzeugung thermomagnetischer Gegenpole, die dort am schnellsten und im größten Verhältniß hervorgehen, wo die Theilchen des magnetisirbaren Stoffes größte polarische Beweglichkeit darbieten, d. i. im weichsten Eisen; das, als solches, nach und nach bis zur Rothgluth erhitzt, an magnetischer Anziehbarkeit gewinnt, und dann schnell und stark durch lothrechtes Eintauchen in kaltes Wasser abgekühlt, sich merklich magnetisch zeigt, ohne zuvor schon bestehenden Magneten in die Nähe gekommen zu seyn; was darauf hinweiset, daß es die durch die Wärme bewirkte größere Beweglichkeit der Theilchen ist, welche sie den magnetisch polarischen Bewegungen des Erdmagnetismus zugänglicher macht, und hierin so lange erhält, bis Uebermaaß von Wärme die Theilchen jener Lagerung beraubt, welche überhaupt zur ungestörten Fortpflanzung polarer Bewegung erforderlich ist. Aehnlich dürfte auch das Licht (muthmaßlich mittelst Elektrisirung) wirken, wenn: unmittelbar zuvor im Finstern (oder doch stark beschattet) gelegener Stahldraht schnell dem Einwirken des Violettlicht und gleichzeitig dem daran grenzenden sog. unsichtbarem Licht des Spectrums unterstellt worden, so daß hienach der Stahl nicht durch Photomagnetismus, sondern durch Photo-Elektromagnetismus magnetisch wird; m. Grundz. II, 320, 396 und Experimentalphys. I, 417.

i) Jener den Magnet umgebende Raum, in welchem derselbe sich wirksam zeigt, heißt der magnetische Wirkungskreis; was voraussetzt: daß (da die Wirksamkeit als von den Polen des Magnet ausgehend, betrachtet werden kann), die Kraft mit der jeder einzelne Pole auf seine Umgebungen einwirkt, sich von diesem: als vom Mittelpunkt aus

zum Umkreise verbreitet, das jedoch dadurch Abänderungen unterliegt, daß beide Pole, in Richtung der Axe sich entgegen wirken, und daß keiner der Pole Endpunkt des Magnets ist. Man veranschaulicht übrigens solch Wirken sehr leicht, wenn man einen nicht zu schwachen, wagrecht liegenden Magnetstab mit einer dünnen Glasplatte bedeckt, und diese durch ein Florsieb mit Gußeisen-Bohrstaub überstäubet. Wählt man dazu die beiden Pol-Enden eines mit seiner Krümmung lothrecht aufgestellten Hufeisenmagnet, so bilden sich um jedes dieser Enden krumme (von jeder Seite jedes einzelnen Endes ausgehende) Staub-Linien, die innerhalb des Raumes zwischen beiden Pol-Enden und dessen seitlicher Erweiterung zusammen reichen und von denen jede ein-einzelne, genau beschauet, aus lauter kleinen polarisch-linear gelagerten Theilchen (Magnetchen) besteht; was indessen noch deutlicher hervortritt, wenn man statt Bohrstaub Eisenfeilig (Eisenfeile, Limatura martis) gewählt hatte. *) Setzt man eine Glas- oder Holz-Scheibe nach Art der zu Klangfiguren-Darstellung bestimmten Scheiben, in Schwingung, unterstellt sie während dessen mit den Polen eines Magnet, jedoch: ohne damit die untere Scheibenfläche zu berühren, und bestäubt sie dann mit Eisen-Bohrstaub, so erhält man Figuren, deren Linien an die der Lichtenberg'schen positivelektrischen Figuren erinnern, und die von dem Verf. dieses Hdbs. magnetische Klangfiguren genannt wurden; m. Grundr. II, 324.

k) Ueber Ampère's Erklärung der magnetischen Verhalten s. o. S. 1817. Gewöhnlich nimmt man zur Deutung aller hieher gehörigen Erscheinungen zur Annahme von magnetischen Flüssigkeiten seine Zuflucht, und zwar entweder nur eine dergleichen voraussetzend, wie Aepinus that, der sich hierin jener Ansicht näherte, welcher Franklin für die Erläuterung der elektrischen Verhalten huldigte, oder zwei dergleichen voraussetzend; beide Ansichten gestatten die Bezeichnung des polaren magnetischen Gegensatzes durch +M und —M, da dann die letztere Ansicht mit ersterem Zeichen die nordpolarische, mit letzterem die südpolarische Flüssigkeit andeutet und sich in dieser Hinsicht zum Magnetismus verhält, wie die Symmer'sche Ansicht vom elektrischen Gegensatz zu den elektrischen Erscheinungen; oben S. 764 Anm., 1710 und 1743, und wie bei Ladung einer Leydener Flasche +E das —E, und umgekehrt —E das +E nach Franklin vertheilend (S. 1709), oder nach Symmer: anziehend hervorruft, so auch +M das —M und —M das +M. Beide Ansichten setzen voraus, daß die Flüssigkeit darin mit den Gasen übereinstimme, daß ihre Theilchen sich gegenseitig abstoßen, und demgemäß verbreiten. Wo beide M

---

*) Der sog. Bart, den ein in dergl. Feilstaub getauchter Magnet-Pol darbietet, besteht aus vielen Fäden, welche, näher beschauet, denselben magnetisch-polaren Zusammenhang darbieten.

entsprechend dem OE zu OM vereint werden, findet Demagnetisirung, statt Magnetismus, statt. — Hinsichtlich der S. 1864 erwähnten Coercitivkraft hier noch die Bemerkung, daß der angebliche Widerstand gegen Trennung beider vorausgesetzten magnetischen Flüssigkeiten, solcher Grundannahme zufolge, sich verhalten muß, wie jene Kraft; d. h. dann aber, mit anderen Worten: in demselben Verhältniß, wie sich Stoffe schwierig bleibend magnetisiren lassen, in gleichem Verhältniß zeigen sie auch Andauer in ihrer einmal erlangten Magnetisirung; wie solches z. B. bei dem Stahl der Fall ist, verglichen mit dem Eisen. — Sowohl Abweichungs- als besonders auch Neigungs-Nadeln können nach und nach dadurch Minderungen ihrer Beweglichkeit unterliegen, daß bei ersterer die Stahlspitze, auf welcher das Edelstein-Hütchen der Nadel ruhet und um welche es sich drehet, theilweiser Abreibung unterliegt, bei letzterer dagegen die Zapfen der Nadel ähnlicher Spitzen-Minderung unterworfen bleiben; beide Uebelstände dürften in hohem Grade gemäßigt eintreten, wenn man dem der Reibung unterliegenden Stahle jene Pallad-Legirung darböte (bei den Abweichungsnadeln statt der Stein-Hütchen, bei den Neigungsnadeln an die Stelle der Zapfen-Vertiefungen), welche man mit sehr gutem Erfolge — weil Stahl darauf weniger reibt, als auf Edelstein — zum Ausfüllen der Zapfenlöcher der Uhren in Gebrauch genommen hat. Es besteht diese Legirung aus 40 Gewichtstheilen Kupfer, 30 Gold, 20 Silber und 10 Pallad. *)

l) Hinsichtlich der Begründung des Erdmagnetismus und der aus vereinten Beobachtungen mehrerer Physiker erwachsenen und erwachsenden Einsicht: in den Zusammenhang sämmtlicher dem Erdmagnetismus zugehöriger Erscheinungen vergl. auch: Resultate aus den Beobach-

*) Pd wird übrigens durch Sn Ch ähnlich gefällt, wie Au und dürfte auch als Pt-Vertreter gute Ueberzüge gewähren, wie man sie vom Pt erhält, wenn man trocknes Platin-Chlorid in absol. Alkohol löst und erwärmt, bis Salmiak die Lösung nicht mehr trübt; es bildet sich dunkelbraunes Aethyl-Platin-Chlorür (das Aethyl-freie lediglich durch Erhitzen des Chlorids erhaltene Chlorür erscheint, als Pulver, gelblich-grün), das in 80-procentigem Alkohol gelöst, in wohlverschlossenen, außen mit schwarzem Papier überzogenen Glasflaschen, oder statt solcher Flaschen-Bekleidung im finstern Keller sich unverändert aufbewahren läßt. Man überpinselt damit das zu verplatinende Geschirr, läßt es trocknen und glüht es dann in geschlossenen Thonkapseln, die man dem sog. Brande eines Häfner- (Töpfer-) Ofens überläßt. Stellen, die matt ausfallen sollen, werden mit der weingeistigen Lösung des Aethyl-Platin-Chlorür überzogen, nachdem man ihr zuvor etwas schwefelsaures Platin-Oxyd beigemischt hatte. Dergleichen verplatinte Thon-Schaalen eignen sich vorzüglich zum Abdampfen; verpalladirte würden dieses freilich für alle jene Flüssigkeiten nicht, welche Pd auflösen, zu denen auch das Bisulphat des Kali gehört, das (jedoch nur im Flusse) Pd und ebenso R und Ag auflöst; vergl. auch oben S. 1808 Anm. — Jener Niederschlag, der aus aufgelöstem Platin mittelst gelöstem Mercuroxydul-Azotat gewonnen wird, giebt nach Cooper, mit Straß (oder einem andern passenden Fluß) geschmolzen reinstes, schwärzestes Email.

tungen des magnetischen Vereins in den Jahren 1836, 1837, 1838, u. s. f. Herausgegeben von Carl Friedrich Gauß und Wilhelm Weber. Leipz. 1836—1838 (im Verlag der Weidmann'schen Buchhandlung). 8. Vom Jahr 1839 an wurden die früherhin jährlich 6 Jahrestermine von 24stündiger Beobachtungsdauer auf 4 zurückgebracht, nehmlich auf den letzten Freitag der Monate Februar, Mai, August und November, so daß die Beobachtungen letzten Samstags (Sonnabends) Abends 10 Uhr mittlerer Zeit der genannten Monate endigen. Hieher gehörige eigene und fremde Beobachtungen theilt unter Andern auch mit Dr. J. Lamont, in dessen Annalen für Meteorologie, Erdmagnetismus und verwandte Gegenstände. München. 8. *)

m) Ueber Krystallmagnetismus vergl. oben S. 784 Anm. 1814 und 1832. Desgleichen m. Arch. f. d. ges. Naturl. V. 315. Ueber den Wirkungskreis der Krystalle; ebendaselbst S. 293. Ueber Einfluß des Magnetismus auf Krystallisation; a. a. O. VI, 452. 457. XXI, 267 und m. Grundz. I, 41, 48, 50, 56, 73; II, 320. — Ueber sog. thierischen (thierlichen) Magnetismus und Somnambulismus, vergl. v. Reichenbach's Abh. in Liebig's und Wöhler's Ann. der Chem. u. Pharm. LIII, Beilage u. m. Mittheilung in Hoffmann's, Winckler's und Zeller's Jahrb. f. prakt. Pharm. ꝛc. XVI, 239. Ueber den Einfluß willkührlicher Bewegung auf Elektrisirung, ebendas.

n) Man ist in neuerer Zeit, hinsichtlich der Begründung von sog. Maaß- und Gewichts-Systemen zum Theil auf den ursprünglich Huygens'schen, von Steinhäuser verbesserten Vorschlag (m. Experimentalphys. I. 183 ff.) zurückgekommen: die wahre Länge des Secunden-Pendels unter 45° nördl. Breite als Grundmaaß gelten zu lassen. Sofern man solcher Längen-Bestimmung Beobachtungen, durchgeführt mit physischen Pendeln, zu Grunde legt, wird man jeden Falls den magnetischen Einfluß der Erde auf Fallbeschleunigung zu vermeiden, mithin dabei von Eisen-haltigen Pendeln keinen Gebrauch zu machen haben. Der ganze Vorschlag scheint aber aus folgenden Gründen verwerflich zu seyn: a) Niemand kann bei dergleichen Beobachtungen wissen, ob der Ort, wo man beobachtet, nicht sehr beträchtlich unterhöhlt ist, was z. B. auch unter dem Meeresbecken der Fall seyn kann, und

*) Rinman fand im Eisen des sog. natürlichen Magnet, neben dem oxydirten Fe, auch Ni, und der Verfasser dieses Handbuchs ebenso auch im Gediegen-Eisen aus Schweden (m. Arch. f. d. ges. Naturl. V. 499 ff.), während schon zuvor Klaproth im Sächsischen Gediegen-Eisen dergleichen aufgefunden hatte; Gehlen's Journ. I. 1—36. Ueber den Nickel Gehalt der Meteor-Eisen vergl. m. Hdb. d. Meteorologie. II. 2. S. 601 ff. Jene, welche in neuerer Zeit Kobalt, Mangan und Chrom als an sich unmagnetische Metalle betrachtet wissen wollen, sagen hiemit aus, daß Pouillet in seinen hieher gehörigen Versuchen (Schweigger's Journ. LXV. 122 ff.) nicht mit reinem, sondern mit Nickel- oder Eisen-haltigem Kobalt, und ebenso mit Eisen-haltigem Mangan und Chrom gearbeitet habe.

nothwendig auf das schwingende Pendel verlangsamend wirken muß; b) die übrigen Weltkörper unseres Sonnensystems wirken, als aus der Ferne anziehende Massen, der Erd-Anziehung entgegen, und obgleich diese Gegenwirkungen Seitens des Mondes und der Sonne verhältlich am stärksten eintreten, so sind doch auch die der übrigen Weltkörper des Sonnensystems, namentlich die der Planeten auf die Erde, nicht verschwindend klein, und daher auch, sammt jenen auffallenderen auf die Pendellänge von einem Einfluß, der in fortdauernder Aenderung begriffen ist. Beide Gegenbemerkungen treffen übrigens auch die, mittelst des schwingenden Pendels bewirkten Dichtigkeits- und Abplattungs-Bestimmungen der Erde. Ist nun aber die Länge des Secunden-Pendels unter 45° n. Br. als Grundmaaß nicht einwurfsfrei, und will man aus ähnlichen Gründen das Französische, auf Gradmessungen *)

*) Einer ersten Gradmessung unterzog sich Eratosthenes, ihm folgten hierin später Posidonius und dann der Kalif Al-Mainun; in welcher Weise aber diese Messungen bewirkt wurden, ist unbekannt, daher denn ihre Ergebnisse nur fraglich. Zu mehr oder weniger brauchbaren Gradmessungen gelangte man erst seit dem Jahre 1615, da der Holländer Snell eine dergleichen mittelst der, hiebei zum ersten Male in Anwendung gebrachten Triangulation vollzog. Unter diesen späteren Gradmessungen zeichneten sich zunächst vorzüglich jene französischer Erdmesser aus. Es gehören hieher zuvörderst die im vorigen Jahrhundert von Bouger und de la Condamine unter 1 Grad n. Br. in Peru, von La-Caille und Cassini unter 45° n. Br. in Frankreich vollbrachten, von denen die erstere die Länge eines Grades zu 56732, die letztere zu 57023 Toisen bestimmte, während sie sich Maupertuis unter 66° 20′ n. Br. gleich 57437 ergab, was folgern machte, daß die Erde (gemäß ihrer sphäroidischen Gestalt) näher ihren geogr. Polen beträchtlich stärker gekrümmt sey, als an Gegenpunkt-Stellen ihres Aequators. Auch Giovanni Battista Beccaria (geb. zu Mondovis den 3. Oct. 1716, gest. den 27. April 1781), weiland Prof. der Physik zu Turin, unternahm im Jahr 1760, gemeinschaftlich mit dem Abte Canonica, in Piemont eine Gradmessung, deren Ergebnisse jedoch in solchem Maaße von dem abwichen, was sich für diese Gegenden an Länge eines Grades erwarten ließ, daß Cassini die dabei beobachtete Genauigkeit stark in Zweifel zog; B. erwiederte jedoch darauf (in seinen Lettere d'un Italiano ad un Pavigino), daß der Einfluß der Nähe der Alpen: auf die Abweichung des Senkblei bei den astronomischen Quadranten an seinen Messungs-Ergebnissen sich betheiligt habe; ähnliche Ablenkungen beobachtete Bouger am Fuße des Chimborasso und Maskelyne am Fuße der Shehallien. Die wichtigste, von französischen Erdmessern durchgeführte Gradmessung ist jene, welche La Caille während der Jahre 1792 bis 1799 auf dem Vorgebirg der guten Hoffnung vollbrachte; denn auf diese Messung wurde Délambre's und Méchain's Berechnungen gemäß, das sog. neue französische Maaß-System gegründet, da man als Grundmaaß die angebliche Länge des zehnmillionsten Theiles des Quadranten eines Meridians geltend machte und diese Länge Mètre nannte, später aber zugestehen mußte, daß jener Quadrant nicht die Länge von 10 Millionen Meter habe, sondern 10,000565,278 M. und daß die dabei obwaltende mittlere Unsicherheit gleich 508,7 M., also fast so groß sey: wie die Abweichung der beobachteten Länge, von der beabsichtigten rundzahligen; weshalb denn auch der Meter jetzt nicht mehr als ein Zehnmilliontel jenes Quadranten bezeichnet werden darf. Neueste Gradmessungen wurden vollzogen in Rußland, wo v. Struve und General

beruhende Maaß-System nicht genügend finden, *) so bleibt noch ein drittes Grundmaaß anzunehmen übrig, das in Absicht auf Größe unveränderlich ist und hinsichtlich seiner Bestimmung, dem jetzigen Zustande der Wissenschaft zufolge, keinem Zweifel unterliegt, nehmlich die Größe des scheinbaren Durchmessers der Sonne, bei genau mittlerer Sonnen-Ferne (von der Erde). Der Verfasser dieses Handbuchs entwickelte diesen Vorschlag jüngst, in der Erlanger physikalisch-medicinischen Gesellschaft, indem er ihr eine ausführliche beurtheilende Darlegung aller gegen das auf Gradmessungen beruhende System gemachten Einwürfe, so wie der dem auf Pendellängen gegründeten entgegen zu stellenden voranschickte. Der scheinbare Durchmesser der Mondscheibe mittleren Erd-Abstandes würde gleichen Dienst gewähren können; es wurde aber der scheinbare Sonnen-Durchmesser bevorzugt, weil die Sonne Hauptkörper ihres Systems und ihr Licht Hauptvermittler aller Messung ist.

Tenner einen Meridianbogen von 8° 2′ 29″ maßen, in Dänemark, wo Schumacher's hieher gehörige Messungen sich über 1° 31′ 53″ erstrecken und in Preußen, wo die von Bessel und dem Major Bayer bewirkten 1° 30′ 29″ umspannten. Ueber Bessel's Benutzung dieser drei Gradmessungen, so wie der peruanischen, zwei ostindischen, der letzten französischen, einer englischen, hannöverischen und schwedischen (zusammen zehn) zur Bestimmung der Axen des elliptischen Rotations-Sphäroids, wonach die große Axe = 3271953,854, die kleine = 3261072,900 Toisen ist, vgl. Poggendorff's Ann. XLII, 622 ff. Die Länge der Erd-Axe ist übrigens gegenwärtig so genau gekannt, daß der bei deren Bestimmung obwaltende Fehler nicht 1000 Fuß betragen kann. Die Dichte der Erde, die Cavendish mittelst der Drehwaage maaß, ergiebt sich, im Mittel verschiedener neuer Bestimmungen (und darunter auch jener mittelst des Pendels), nahezu 4,5; die des Wassers von größter Dichte = 1 gesetzt.

*) Ueber Steinhäuser's hieher gehörige Einwürfe vergl. m. Experimentalphys. a. a. O. Genaue Versuche mit Pendeln gehören zu jenen, welche den Scharfblick, die Umsicht und die Geduld des Beobachters in sehr hohem Grade in Anspruch nehmen. Ein wenig Rost bewirkt in der Schwingungszahl schon merkliche Abweichungen; auf 86016,38 Schwingungen, als Mittel aus 7 Reihen Beobachtungen, welche ein Pendel in London für einen mittleren Sonnentag gewährte, bewirkte wenig Rost einen Unterschied von 2 Schwingungen. Selten ist die Schneide vollkommen gerade und nicht minder selten ist die Achatfläche eine Ebene. Versuche der Art wurden, zur Bestimmung der Erd-Gestalt, angestellt vom Capitän Kater in England und Schottland, von Goldingham in London und in Madras, vom Capitän Hall, auf seiner Reise nach dem stillen Ocean, von Brisbane zu London und Paramalta, und mehrere dergleichen zu verschiedenen Zeiten. Capitän Forster, der im Jahr 1828—1831, auf Kosten Englands, eine Reise behufs hieher gehöriger Erdgestalts-Bestimmungen unternahm (wobei er, aus einem Canot stürzend, das Leben verlor), erhielt bei seinen hieher gehörigen Pendel-Versuchen (bei denen London als nördlichster und eine Stelle der Süd-Shetland-Inseln als südlichster Punkt galt) Ergebnisse, denen gemäß sich, nach den Schwingungs-Ergebnissen mit dem einen Pendel die Abplattung der Erde als $^1/_{290,90}$ nach dem andern = $^1/_{287,46}$ berechnete.

Zur Erläuterung
der
Steindrucktafeln.

Die auf denselben vorkommenden Umriß- und Durchschnitts-Zeichnungen, genannt Figuren (S. 118 u. 609 Anm.), finden sich, wie die weiter unten beigesetzten Seiten-Zahlen anzeigen, meistentheils schon im Vorhergehenden beschrieben; wo solche Beschreibung abgeht, ist sie im Nachfolgenden ergänzend beigefügt worden.

Zu Tafel I.

Fig. 1; vergl. S. 26—28 und 612 Anm.

Fig. 2; vergl. S. 26—28 und 616, so wie 727.

Fig. 3; der durch AB angedeutete Nachen wird in der Richtung BC, d. i. in der einer Mittelkraft fortgezogen, welche aus den Richtungen der beiden, gleich starken Ziehkräfte *) BD und BE erwächst; weil diese Kräfte in B zusammentreffen und durch dabei eintretendes beiderseitiges Gegenwirken, eine Zug-Wirksamkeit erzeugen, welche ihrer Richtung nach das geometrische Mittel hält, zwischen den Einzelrichtungen BD und BE. Verlängert man diese mittlere Richtung BC bis F, d. i. bis zu jenem Punkte, in welchen die beiden Linien DF und EF mit der verlängerten Linie BC zwei einander gleiche Winkel einschließen, welche den Winkeln BDC und BEC gleichen, so erhält man das Parallelogramm (S. 612 Anm.) BDFE, dessen Diagonale oder Gere (S. 606) BCF den Weg anzeigt, den ein Bewegtes verfolgen muß, wenn es gleichzeitig und gleich stark in den Richtungen BD und BE gezogen, oder von B nach E und ebenso von B nach D gestoßen, geworfen 2c. wird. Man nennt daher jene Mittelkraft auch Diagonal- (oder Ger-) Kraft und das zugehörige Parallelogramm: ein Parallelogramm der Kräfte. Die meisten vorkommenden Bewegungen sind mittelkräftig begründete und damit zusammengesetzte, häufig bewirken dabei aber mehr als zwei „Begründungs-Kräfte" die eine Mittelkraft. Sind Richtungen und Stärken dieser mehreren Begründungskräfte bekannt, so kann man die Richtung der einen zu erzielenden Mittelkraft dadurch bestimmen, daß man die Diagonale des ersten Parallelogramms, als Seite eines zu bildenden zweiten Parallelogramms verwendet, dessen Gegenseite die Richtung der dritten Kraft gewährt, und sind dabei mehr als drei Begründungs-Kräfte in Wirksamkeit, so bildet man in gleicher Weise aus der

*) Oder sich anziehend bethätigende Bewegungs-Ursachen.

Diagonal-Kraft des zweiten Parallelogramms und der vierten Begründungs-Kraft ein drittes Parallelogramm, und so fort; Falls mehr als vier dergleichen Kräfte sich bethätigen. Weitere Erläuterung gestattet:

Fig. 4 (vergl. S. 613), wie folgende Nachweisungen darzuthun bestimmt sind. Entgegen der in Fig. 3 vorausgesetzten Gleichheit der Begründungs-Kräfte, sind hier beide ungleich; die in der Richtung LA sich bethätigende Kraft entwickelt nämlich eine Stärke gleich 5, die von L nach B wirkende eine von 3 Pfd.; die von ihnen erzeugte Mittelkraft ist von L nach C gerichtet; trägt man nun, wie die Figur zeigt, LA in 5 und LB in 3 gleich große Theile auf, zieht dann LA mit BD und LD mit AD parallel, und mißt man hierauf die Diagonale LD, so ist das Maaß derselben die Größe der sich ergebenden Mittelkraft LD, die, rückwärts verlängert, als LC die Richtung der zum Gleichgewicht nöthigen Wirksamkeit von 6 Pfd. anzeigt, indem von der Kraft LA der Theil $Aq = 2^1/_2$ wagrecht linkswärts von LB, $Bp = Aq$ wagrecht rechtswärts wirkt; die Summe der LD-wärts ziehenden Kräfte $= Lq$ ist gleich $4^1/_3$, was, zu $Lp = 1^2/_3$ addirt, 6 giebt, wie es durch die Linie LD bestimmt worden.

Fig. 5; zunächst vergl. S. 616. Es bezeichne das Dreieck BCA den senkrechten Durchschnitt eines oberhalb durch eine schiefe Ebene*) be-

*) Vergl. S. 4. Die schiefe oder geneigte Ebene (Planum inclinatum) macht, als solche, mit der wagrechten (horizontalen) Ebene einen spitzen Winkel (Neigungswinkel). Die Geschwindigkeit des längs der schiefen Ebene fallenden, von der relativen Schwere getriebenen Körpers verhält sich, abgesehen von der Reibung, zu der des frei fallenden, als solcher von der absoluten Schwere getriebenen Körpers, wie der sinus totus zu dem sinus des Neigungswinkels; vergl. S. 666. Geht übrigens die Richtung der Kraft parallel mit der Länge der schiefen Ebene, so ist diese eine der ersten Art, geht dagegen die Kraft der Grundlinie parallel, so stellt sie eine schiefe Ebene zweiter Art dar. — Wird eine schiefe Ebene um einen Cylinder oder Kegel geführt, so entsteht die männliche Schraube oder Schraubenspindel, wird sie in die innere Oberfläche eines hohlen Cylinders eingreifend (vertiefend) herumgeleitet, so giebt dieses die weibliche Schraube oder Schraubenmutter. Bei jener heißen die Erhöhungen, bei dieser die Vertiefungen Gewinde; Tiefe dagegen wird bei jener die „Breite" und Schraubenlinie die „Länge" der schiefen Ebene genannt. Letztere geht stets hervor durch die Hypothenuse eines rechtwinkeligen Dreiecks, die um den Cylinder (oder Kegel) so gewickelt worden, daß die kürzere Kathete in die Seitenlinie des Cylinders fällt, die längere dagegen den Umkreis der Grundfläche umlegt. — Immer wirkt bei der Schraube, sey es, daß man sie zum Pressen oder zum Last-Heben verwendet, die Kraft entweder an der Peripherie der Spindel — und damit: an der Grundlinie der schiefen Ebene, während deren Höhe durch die Höhe des Schraubenganges gegeben erscheint — als Tangente (S. 476 u. 665), oder als ein in der Spindel gefestigter Hebel (s. w. u.). Je größer der Halbmesser der Spindel und je kleiner die Höhe der Schraubengänge, um so mehr Vortheil erwächst daraus: der bewegenden Kraft. Wie man übrigens im gemeinen Leben auch Gebrauch macht von der schiefen Ebene, ob man sie als Schrotleiter, Rampe rc., Schraube oder als Keil verwendet, immer verhält sich dabei die Kraft Q zur Last P, wie der Sinus des Neigungswinkels zum Cosinus jenes Winkels, welchen die Richtung der Kraft mit der schiefen Ebene macht. Ist

grenzten Körpers, so ist die Hypothenuse BA deren Länge und die senkrechte Kathete BC ihre Höhe, die horizontale Kathete CA die Länge ihrer Grundfläche oder die Grundlinie und der Winkel BAC der Neigungswinkel; räumliche Beziehungen, deren geometrisches Verhältniß (wegen Aehnlichkeit der Dreiecke; S. 609) stets dasselbe bleibt, wo man auch BC senkrecht auf AC zieht. Es befinden sich auf BA die Durchschnitts-Abrisse der Körper a und b; ersterer hat seinen Schwerpunkt in dem oberhalb der: die Richtung der sog. unbedingten (absoluten) Schwere anzeigenden Diagonale vd einzuschaltenden Punkt s, während die verhältliche (relative) Schwere des Körpers durch se und fd, die einander parallel und rechtwinklig auf BA sind, nachgewiesen wird; da die Dreiecke sfd und BCA einander ähnlich (sd, wie BC, sind senkrecht gegen CA, mithin parallel), weil die Winkel v = v = B sind und der rechte Winkel f = dem rechten Winkel C ist, so verhält sich auch vd : sf wie die Länge (BA) zur Höhe (BC). Die Gesammtrichtung, die der fallende Körper (der Körper a, wie der Körper b) verfolgt, heißt die Richtung der schiefen Ebene; es gleitet aber der Körper a auf der schiefen Ebene herab, weil längs derselben alle seine Einzelpunkte parallel gehen, er schlägt hingegen, gleich dem Körper b, fortdauernd um, weil die Richtungs-Linie seines Schwerpunkts sich von der Unterfläche (der schiefen Ebene) nie unterstützt findet; denn es berührt die Kugel b die schiefe Ebene nur in dem Punkte e, die Richtung des Schwerpunkts ist aber die der Diagonale des eingezeichneten Parallelogramms. Wie die Kugel, so verhalten sich auch Cylinder, und ebenso auch kreisrunde Scheiben. Vollendet eine dergleichen Scheibe, auf einer Ebene fortschreitend, ihren Umschwung, so beschreibt ihre obere Krümmungs-Richtung eine Radlinie oder Cy-

---

eine Schraube mit einem Stirn- oder Stern-Rad (d. i. ein Rad, an welchem die Zähne am äußeren kreisigen Rande, mit den Radien in gerader Linie, in der Rad-Ebene stehen), oder mit einem Kamm- oder Kron-Rad (bei dem, als solchem die Zähne sich senkrecht auf jener Ebene gerichtet befinden) so verbunden, daß das Rad die Schraubenmutter vertritt, und dadurch zur Umdrehung gebracht wird, so heißt solche Verbindung: eine Schraube ohne Ende. Besteht die Schraubenspindel aus einem von einer schiefen Ebene umwickelten Kegel, so wirkt sie zugleich als Bohrer, und da man dergleichen Schrauben gemeinhin nur zum Schrauben in Holz verwendet, so hat man sie Holzschraube genannt; ihre zugehörige Schraubenmutter bildet sie sich im Holze selbst. — Ein nur einmaliges Gewinde heißt ein Schrauben-Gang, und der Abstand zweier sich nächsten Gänge: die Höhe des Schraubenganges. Ist das Gewinde vierseitig, so wird es ein flaches, ist es dreiseitig-prismatisch: ein scharfes genannt; die Gewinde der Schraubenspindel müssen aber genau eingreifen in jene der Schraubenmutter, soll der Erfolg mit der Berechnung der Wirkung übereinstimmen; die Bewegung selbst ist dann immer die einer schiefen Ebene in eine schiefe Ebene. Reibung mindert hier, wie in vielen ähnlichen Berührungsbewegungen ein Gemisch von 3 Gewichtstheilen auf's Feinste zertheilten Graphit mit 1 Klauenfett.

klosbe; physische Pendel, welche ohnfern ihres Aufhängepunktes durch entgegengesetzt seitliche Anziehungen von ihrem Schwunge in Theilen des Kreisbogens so abgezogen werden, daß sie in Radlinien schwingen, vollenden ihre Schwingungen tautochronisch (weßhalb diese ihre Schwunglinie auch die tautochronische genannt zu werden pflegt), d. h. sie durchschwingen kleine Bogen, allen deren Theilen nach, in gleich kleinen Zeiten; vergl. m. Experimentalphys. I, 177 ff. Grundz. II, 88. Die Fall-Beschleunigung des von der verhältlichen Schwere getriebenen Körpers wächst in demselben Verhältniß, wie jene des frei fallenden Körpers; d. h. es verhalten sich auch dort, wie hier, die durchlaufenen Räume, wie die Quadrate der zugehörigen Zeiten.*) In derselben Zeit, in der ein frei fallender Körper sich von C nach L (Fig. 4) bewegen würde, durchläuft er auch den durch LB bezeichneten Schiefebenen-Bahntheil, und es erhält ein dergleichen Körper, welcher die Bahn BC (Fig. 5) ungehindert durchfällt, dieselbe Endgeschwindigkeit, welche er erlangt haben würde, hätte er die Länge BA durchlaufen; a. a. O. S. 16 und oben S. 38—40. Durch die Diagonale des Parallelogramms der Kugel b (Fig. 5) angedeuteten Richtung des freien Falles wirkt vom Punkte C aus nach s gerichtet entgegen die schiefe Ebene; zieht man nun sf parallel mit BA, und beschreibt dann mit den Seiten sf, cs und sammt der Diagonale sd ein Parallelogramm der Kräfte, so ist die resultirende (erwachsene) Fallkraft sd aus den beiden Kräften sf und sc zusammengesetzt, von denen zwar jede einzelne gleichmäßig beschleunigend wirkt, jedoch nur die Kraft sf diese Wirkung auf die Kugel auszuüben vermag, weil cs durch den senkrechten Widerstand in c = O wird. So viel mithin sc Fall-beschleunigend und Druck-vermehrend für die Kugel zu wirken vermöchte, um ebenso viel wird auch die nur von sf getriebene Kugel in ihrer Fallgeschwindigkeit und Druckgröße gemindert. Zieht man von d des Körpers a in Gedanken eine Linie nach C, so bildet man dadurch das Dreieck BCd, das dann mit dem in a (oder in b) gebildeten Dreieck sdf Winkel-Gleichheit darbietet; was daher von der Wirkung in der Richtung sd gültig ist, das wird auch für das Fallen auf der schiefen Ebene BA gesetzlich seyn müssen; d. h. es wird sich die Fall-Schnelle

*) Die Fallzeiten mithin wie die Quadratwurzln der durchfallenen Raum-Längen; vergl. a. a. O. Wäre die Höhe der schiefen Ebene = 24 rheinländische Fuß, die Länge = 25, so würde die Fallgeschwindigkeit der ersten Secunde — die bei freiem Fall (in geogr. Breiten, unter welchen Deutschland liegt) 15,625 rheinl. oder fast 15,1 pariser Fuß beträgt — gleich seyn 0,96mal 15,625 = 15 rheinl. Fuß; wäre dagegen die Höhe = 1', die Länge = 25', so würde die Fallgeschwindigkeit nur noch 0,625' rh., und die der fünften Secunde = 5mal 5mal 0,625 = 15,625 rh. Fuß seyn, und um eine 100 Pfd. wiegende Kugel am Herabrollen von solcher schiefen Ebene zu verhindern, würde ein hinter der letzteren frei herabhängendes Gegengewicht von 4 Pfd. hinreichen; a. a. O. S. 73 ff. u. 17 ff.

auf derselben, also auch das verhältliche (relative) Gewicht zur Geschwindigkeit des freien Falles, mithin auch zum unbedingten (absoluten) Gewicht verhalten: wie die Höhe der schiefen Ebene zu ihrer Länge; die Kugel b würde, den Körper a vertretend, zum Herabrollen bis d ebenso viel Zeit verbrauchen, als zum freien Durchfallen von BC. — Es ist übrigens für die herabrollende Kugel eine Bahn denkbar, in welcher sie in nach einander folgenden gleichen Zeiten nur gleiche Fallräume durchläuft, ohngeachtet sie dabei genau Galilei's Fall-Gesetz („die Fallräume verhalten sich wie die Quadrate der Zeiten oder Geschwindigkeiten" *) einhält. Vermitteln würde sich solche Gleichheit von Fallzeit und Fallraum lassen: durch spiralförmig gewundene Hohlgänge, in deren Krümmungen sich die Abscissen und Ordinate verhalten, wie die Fallräume zu den Fallgeschwindigkeiten, wie Solches die Parabel möglich macht; denn bei dieser verhalten sich die Abscissen: wie die Quadrate der Ordinaten; oben S. 119, 610 und 729. Fig. 19 ist dazu bestimmt, dieses zu verdeutlichen. Sie stellt nämlich die Fläche eines parabolischen Conoid ABD dar, das, durch Drehung der Parabel ADC um ihre Axe entstanden, durch die krummen Linien EF, GH und IB jene Richtungen anzeigt, welche der hohle Gang verfolgen muß, sollen z. B. nach einander bei E frei einzulassende, gleich große Kugeln, während ihres Herabrollens in, dem Nacheinander ihrer Einlassung entsprechenden gleichen Abständen sich fortdauernd über einander befinden. **) Ueber

*) Vergleicht man die von einem Körper durchfallenen Raum-Tiefen oder Räume mit denen dabei verflossenen „Zeiten", so ergiebt sich, daß sich verhalten: a) jene wie die ungeraden, „diese" wie die geraden Zahlen; b) die, den Einzelzeiten entsprechenden Gesammt-Räume wie die „Quadrate der Zeiten" und c) die den Einzel-Räumen zugehörigen Zahlen, mithin: wie die Differenzen der Zeitzahlen-Quadrate; wie folgende Reihen darthun:

a) Räume: 1, 3, 5, 7 b) 1, 4, 9, 16 c) 1, 3, 5, 7, 9
Zeiten: 1, 2, 3, 4 1, 2, 3 4, sind die Differenzen d. Zeitzahlen-Quadrate.

Es verhalten sich demnach die Einzel-Räume der einander folgenden, gleich großen Zeitdauern (z. B. Secunden), wie 1, 1 + 2, 1 + 2 + 2, 1 + 2 + 2 + 2 ꝛc. Angenommen, der Fallraum der ersten Zeit-Secunde sey genau = 15,625 rheinl. Fuß, so ist er, doppelt genommen, = 31,25; multiplicirt man nun mit dieser Summe die Zahl sämmtlicher, während des ganzen Falles verflossenen Secunden mit 31,25, so erhält man in dem Producte die Endgeschwindigkeit des gefallenen Körpers in Zahlen ausgedrückt, multiplicirt man dagegen das Quadrat jener Gesammt-Secundenzahl mit 15,625, so drückt das Product die Gesammt-Tiefe des ganzen Fallraums in rheinl. Fußmaaß aus; m. Experimentalphys. I, 147 ff. Als vor sechs Jahren der Aetna glühende Felsmassen auswarf, bestimmte man mittelst genauer Messung jener Zeit, welche die glühenden Felsblöcke gebrauchten, um vom höchsten Steigpunkte wieder zur Erde zu gelangen, diese Höhe zu 3000 Fuß.

**) Läßt man eine Bleikugel eine 15 Fuß hohe Wassersäule durchfallen, so wird der Widerstand des Mittels (S. 38) hier des Wassers, kraft seiner Dichte und gemäß der Fallgeschwindigkeit der Kugel (er wächst im Verhältniß des Quadrats der Geschwindigkeit) so groß, daß er der Fall-Beschleunigung gleich kommt und die Kugel daher mit gleichmäßiger Geschwindigkeit sich zu bewegen fortfährt, von da an

den Widerstand der Flüssigkeiten vergl. auch Experimental-Untersuchungen über die Gesetze des Widerstandes der Flüssigkeiten von Colonel Duchemin. Deutsch von Dr. F. E. Schnuse. Braunschw. 1844. 8.

Fig. 6; vergl. S. 610 Anm. Von den fünf regelmäßigen mathematischen Körpern stellt das gleichseitige Dreieck die einfachste Grenzfläche dieser Körper dar. Jeder Winkel im gleichseitigen Dreieck beträgt 60 Grade.

Fig. 7. Der Keil, gewöhnlich betrachtet als eine doppelte schiefe Ebene, ist, wie die Schraube, eine schiefe Ebene der zweiten Art. Er dient entweder zum Trennen (Auseinander-Schieben und Zerreißen), oder zum Festigen durch Aneinander-Pressen, oder zum Heben von Lasten. Der in bemerkter Figur angedeutete stellt ein dreiseitiges Prisma dar, dessen Grundflächen gleichschenkelige Dreiecke sind und dessen gegen einander geneigte Seitenflächen AC und BC einen spitzen Winkel bilden. Die bei dem Punkte C gegebene Durchschnittslinie beider Flächen heißt die Schärfe des Keils, und die dieser gegenüber gestellte Fläche AB der Rücken (oder die Rücken-Breite) desselben, während die von der Schärfe auf den Rücken senkrecht gefäll'te Linie die Höhe oder Länge des Keils genannt wird, die bei Keilen, bei denen eine der Seitenflächen mit dem Rücken einen rechten Winkel macht (und daher dergleichen Keile als rechtwinkelige bezeichnen läßt), durch die Länge solcher Seitenfläche ausgedrückt hervortritt. Die den Keil treibende Kraft wirkt senkrecht auf den Rücken: parallel der Länge (d. i. parallel der Grundfläche der schiefen Ebene). Wird der Keil ADBC zum Auseinander-Schieben zweier neben einander stehender Würfel P und R verwendet, so entfernt der Keil dieselben um so mehr (z. B. zuvörderst bis EF eingetrieben: um den Abstand des E von F), je weiter er zwischen dieselben getrieben wird, und ist er endlich um eine AB gleichkommende Weite hineingetrieben, so hat P den Weg AD und R den Weg BD durchlaufen, während die Kraft Q in gleicher Zeit den Raum CD hindurch gewirkt hatte; woraus hervorgeht, daß sich in solchem Falle die Geschwindigkeit der Last P zu jener der Kraft Q verhält, wie die Hälfte des Rückens (AD oder BD) zur Länge des Keils, oder wie der ganze Rücken zur doppelten Länge; $Q : (P + R) = AD : CD = AB : 2CD$. Die Gegen-

dann das Moment, d. i. das Product der Masse in die Geschwindigkeit, durchgängig dasselbe bleibt. Je dichter das Mittel, um so größer sein Widerstand; bei mittlerer Temperatur ist aber die Dichte des Wassers nahe das 800-fache jener der Luft. Würde statt der Blei-Kugel eine Blei-Scheibe von einem der Kugel gleichen Gewichte fallend dem Wasser überlassen, so würde der Widerstand des Mittels auch noch im Verhältniß der senkrechten Gegenflächen-Vergrößerung wachsen. — Ein Vogel, der 3mal schneller fliegt, als ein anderer, hat, alles Uebrige gleich gesetzt, einen 27mal größeren Widerstand zu überwältigen, als jener, dessen Geschwindigkeit = 1 war; denn die Widerstände der gepreßten Luft verhalten sich wie die Würfel der Geschwindigkeit des gegenbewegten Körpers.

wirksamkeit von P, wie jene von R, gehen übrigens von denen durch die in Mitten der Würfel (bei P und R) angezeigten Endpunkte der punktirten Linien aus. Dient der Keil zum Zerreißen, z. B. zum Holzspalten, so hat die Kraft ebenfalls, wie im vorigen Fall, in E und F ihre Angriffspunkte, erhält aber mit jedem kommenden Augenblick eine größere Ferne, je weiter das Holz gespalten worden, und wird mithin um so mehr vermindert, je tiefer der Keil eindringt. Die Spalte reißt dabei jedoch weiter, als der Keil reicht, und dieser geht dann in der Spalt-Längenrichtung fort. Beim Brodschneiden dringt die Schärfe des Keils bis zur Spitze des Spaltes; desgleichen beim Fleischschneiden rc. Die Klemmung bewirkende Zusammenziehung der klaffenden Spaltgegenflächen, ist in diesen und ähnlichen Fällen = 0, sie ist es aber auch beim Holz, bevor der Spalt weiter reißt. Hat der Keil Kegelform, so ist die Länge (oder Höhe) desselben durch die der Axe bestimmt; Keile der Art stellen die Stifte genannten Nägel-Vertreter, die Steck- und Nähnadeln rc. dar, während die gewöhnlichen Nägel, alle schneidenden Werkzeuge rc. nach Art der prismatischen Keile wirken. Wo aber Keile in feste Massen eingetrieben werden, wirken sie seitwärts-pressend, dadurch aber verdichtend, mithin auch für gegebene Gegenflächen-Theile Haftziehung (Adhäsion) vermehrend und dadurch die Größe des Reibungs-Coefficienten steigernd. *) Hatte man übrigens eine, auf schiefer Ebene

*) Sofern man die Reibung (oder Friction) nur von der Rauhigkeit der sich berührenden Gegenflächen ableitet, ohne dabei zu berücksichtigen, weder die Haftziehung, noch die Erregung der Reibungs-Elektricität (die beide zur Reibungs-Wärme hauptsächlich beitragen dürften und zwar auch dort: wo diese Wärme nur Erfolg der Bewegung fester Körper, z. B. im Wasser um ihre Axe getriebener metallischer kreisförmiger Scheiben ist), und mithin unter Reiben nur jenen Widerstand begreift, welchen das Ineinandergreifen der kleinen Erhabenheiten in die kleinen Vertiefungen und das hiebei, mittelst der Bewegung, erfolgende Abreißen oder Zerdrücken solcher Erhabenheiten zur Folge hat, so läßt sich allerdings voraussetzen: daß die Reibung im geraden Verhältniß der Rauhigkeit und des Druckes, aber nicht — der Größe der Gegenflächen steht; denn je größer, bei gleichbleibendem Druck, die Gegenflächen, um so größer auch die Vertheilung des Drucks. Man unterscheidet gleitende und rollende Reibung. Befestigt man an das eine Ende einer Schnur einen gleitenden Körper, deren anderes Ende mit einem Haken zum Anhängen von Gewichten versehen ist, legt die Schnur dann um eine sog. Leitrolle und vermehrt nun das Gewicht so lange, bis es beginnt den Körper zur Hebung zu bringen, ohne dieselbe wirklich herbeizuführen, so ist jetzt durch solchen Gewichtstheil die auf der Fläche statthabende Reibung des Körpers ins Gleichgewicht gebracht. Bezeichnet nun P das Gesammtgewicht, und p jenen die Reibung ausgleichenden Antheil desselben, so ist dieser $\frac{1}{n}$ P und heißt dann die absolute Reibung; der Bruch $\frac{1}{n}$ hingegen: der Reibungs-Coefficient. Ist z. B. p = 1 Pfd., P = 10, so ist $\frac{1}{n} = \frac{1}{10}$ und 0,1 die abs. Reibung. Folgende Werthe drücken die von verschiedenen Forschern ermittelten Reibungs-Ergebnisse aus; die Reibung ist bei:

liegende Last, dadurch am Hinabgleiten verhindert, daß man ein: mit seinem einen Ende an der schiefen Ebene befestigtes Seil, mit dem

---

Kupfer auf Eichenholz = 0,18	Eichenholz auf Eichen, bei Faser-Kreuzung = 0,26
Eisen " " = 0,24	" auf Eichen, in Richtung der Faser = 0,42
" " Messing = 0,26	Rüsternholz auf Rüster = 0,47
" " Blei = 0,27	Fichtenholz " Fichten = 0,56
" " Kupfer = 0,27,5	" " Eisen = 0,65
" " Eisen = 0,28	

Die Reibung ist größer beim Anheben derselben, weil dann zunächst die während des Ruhens des Körpers auf der Fläche vollständig entwickelte Anhaftung zu überwinden steht, als späterhin, da die Bewegung des Körpers, jeder neu sich regenden Haftziehung entgegenwirkt. Das Schmieren mit Fett minderte, in hieher gehörigen Versuchen, beim Eisen die Reibung um 0,1; beim Geschützmetall um 0,14; beim Kupfer (mit Feitöl) um 0,16 und beim Eichenholz auf Eisen um 0,28. Bewegt man Lasten mittelst Walzen, so steht die rollende Reibung im geraden Verhältniß des Gewichts der Last, hingegen im verkehrten des Querdurchmessers der Walze; bei rüsternen (ulmenen) Walzen von 6 Zoll Querdurchmesser war zur Aufhebung der Reibung einer 1000 Pfd. betragenden Last eine Kraft im Werth von 10 Pfd. erforderlich, während eine 12 Zoll Durchmesser habende Walze nur 5 Pfd. Kraft heischte. Auch hier bewirkte übrigens die Artung (die Stoff-Eigenthümlichkeit) der reibenden Gegenflächen beträchtlichen Unterschied. Von der rollenden Reibung eines belasteten Cylinders (der Walze) auf ebener Fläche verschieden ist die: eines runden Körpers auf gekrümmter Fläche, wie solche ein in seiner Pfanne bewegter Zapfen darbietet. Das Moment der Reibung ist hier das Product aus der absoluten Reibung in den Halbmesser (radius; daher bezeichnet mit r) des Zapfens und daher $= \frac{1}{n}$ Pr. Gleiches gilt von der beim Umdrehen der Rollen (z. B. in Flaschenzügen 2c., s. w. u.) eintretenden Reibung; weßhalb man hier Bolzen (das sind die feststehenden Axen der: Rollen genannten, um die Axe beweglichen, an ihrem Umfange eingefurchten Scheiben) von möglichst kleinem, Rollen von möglichst großem Durchmesser wählt, beide aus Stoffen gefertigt, welche sehr geringe Reibungs-Coefficienten darbieten. Man unterscheidet übrigens zwei Arten von Rollen, feststehende oder Leitrollen, auch genannt Rollen der ersten Art), die nicht bestimmt sind, die Kraft zu vergrößern, sondern nur: ihr, wie der Last, beliebige Richtung ertheilen zu können, und Zugrollen (oder Rollen der zweiten Art). Erstere wirkt nach dem Gesetz des Hebels der ersten, letztere nach dem der zweiten Art; s. w. o. — Das Rad unterscheidet sich von der Rolle dadurch, daß die Axe, auf welche die kreisrunde Scheibe gesteckt worden, sich mit der Scheibe umdrehet. Gehört hiebei die Axe einem die Mitte der Scheibe durchsetzenden Cylinder an, der an derselben so gefestigt worden, daß er, an beiden Enden gehörig unterstützt, um seine Axe sich drehend die Scheibe mit herumführt, so heißt er die Welle des Rades und die ganze Vorrichtung: das Rad an der Welle. Gemeinhin läuft jedes der beiden Wellen-Enden in einen Zapfen aus, mit denen er in den Zapfen-Lagern (den Vertretern der Pfanne) liegt und (bewegt) läuft. An der Welle hängt dann die Last, am Umkreis des Rades [illegible] die Kraft. Da die Kreisumfänge sich verhalten, wie die [illegible] die Geschwindigkeit der Kraft im Verhältniß ihres [illegible] Welle. — Ohne Reibung würde kein Körper [illegible] geringste Bewegung würde ihn zum [illegible] ergestaltung,

anderen, den Schwerpunkt der Last durchsetzenden Ende so verbindet, daß es nach einer Linie gespannt erscheint, welche der Grundlinie der schiefen Ebene parallel läuft, so verhält sich die hier als Kraft zu betrachtende Spannung des Seiles zur Last, wie die Höhe der schiefen Ebene zu ihrer Grundlinie. Schiefe Ebene und Hebel sind die Begründer (oder Elemente) aller zusammengesetzten Maschinen, und werden daher auch einfache Maschinen genannt.

Fig. 8; vergl. S. 343 Anm. und S. 442 Anm. Der Hebel ACB ist ein doppelarmiger oder einer der ersten Art und zugleich ein gleicharmiger, denn beide Arme AC und BC, von denen jeder von seinem Endpunkt bis zum Schwerpunkt C reicht, haben gleiche Längen und mithin auch, da sie durch, an ihren Arm-Enden angebrachte Massen (Gewichte) bewegt, in gleichen Zeiten gleich lange Kreisbogen-, also Bahn-Theile beschrieben: gleiche Geschwindigkeiten; sind nun auch die sie bewegenden Massen gleich, so sind es auch die Producte aus den Massen in die Geschwindigkeiten, also ihre Bewegungsgrößen, und da diese in dem von dem Unterstützungspunkt (Hypomochlium) getragenen Schwerpunkt C senkrecht gegen einander treffen, so bewirken sie auch gegenseitig, Newton's drittem Gesetze gemäß (S. 35 ff. Anm.) Hemmung der Bewegung (Stasis), d. i. eine erzwungene Ruhe, deren Bestand gegenseitig ununterbrochen andauernde Bethätigung der sog. statistischen Momente — hier der Schweren der Endpunkte A und B multiplicirt mit denen, den Armen-Längen entsprechenden Geschwindigkeiten, daher der AC und BC — voraussetzt, und mithin nicht Aufhebung oder Vernichtung der in diesen Momenten wirksamen Kräfte, sondern nur gleichmäßige Begrenzung ihrer Wirkungs-Aeußerung zur Folge hat. Ein Hebel von solcher Voraussetzung, wie die Fig. 8 sie veranschaulicht, ist übrigens ein sog. einfacher oder mathematischer, d. i. ein nur seinem Begriffe nach vorhandener, also frei von allen, für den zusammengesetzten oder sog. physischen Hebel wirklichen und möglichen Einflüssen gedachter Hebel, weil seine Arme, in ihrem Zusammenhange eine gerade, unbiegsame Linie darstellen, die, mit schweren Endpunkten versehen, nur dieser Endpunkte wegen einen Schwerpunkt hat, der, in C unterstützt, zugleich den Drehpunkt darstellt. Aenderung der Arm-Längen, wie sie in Fig. 8 bei E angedeutet ist, hebt das Gleichgewicht in einer Weise auf, wie es Fig. 11 (vergl. S. 343, 421, 614, 1642) nachweiset, in dem dortigen bewegten Hebel abc; soll der dortige Arm ac mit bc wieder ins Gleichgewicht kommen, so muß a und damit S gegen Q entsprechend vermehrt (von der Erde stärker angezogen) werden. In Fig. 12 (vergl.

---

zum Umfallen bringen; Niemand würde ohne Reibung einen Hügel übersteigen können, und weder die Räder der Wagen, noch der Eisenbahn-Dampfmaschinen würden sich um ihre Axen zu drehen vermögen.

S. 118 Anm.) finden sich Last (P) und Kraft (Q) auf der nämlichen Seite des Unterstützungs- und hiemit zugleich des Ruhepunkts, und geben so den einarmigen Hebel, auch genannt Hebel der zweiten Art, der jedoch außerdem noch in Fig. 9, in A mit einem Rollen-förmigen Hebel der ersten Art mittelst der Linie (beim physischen Hebel: mittelst einer um die Rolle geschlungenen Schnur) AP verbunden erscheint; vergl. auch m. Experimentalphys. I, 158 ff. Schließen die Arme eines doppelarmigen Hebels einen Winkel ein, so giebt dieses den Winkel-Hebel; vergl. Fig. 10 (S. 385 Anm.). Ueber weitere Hebel-Erläuterungen vergl. auch die S. 342 erwähnten und beschriebenen Figuren. Die mit gekrümmten Armen versehenen Hebel der ersten Art wirken, nach Maaßgabe ihrer Krümmungen, ähnlich den Winkelhebeln. Auf letztere, so wie auf das Parallelogramm der Kräfte gegründet, ist jeder zusammengesetzte Hebel; daher auch die sog. Kniepresse, deren beide, durch ein Gelenk verbundene Metallstangen, je nach der Größe des Winkels, den sie einschließen, eine in Absicht auf Richtung, wie auf Stärke veränderliche Mittelkraft entwickeln, deren Größe um so beträchtlicher, je stumpfer der Winkel bei dem Gelenk ist; was daher in den Stand setzt, mittelst der Kniepresse, auf geringe Entfernungen einen sehr großen Druck ausüben zu können, wie Solches z. B. der Fall ist, wenn die eine der Stangen gegen eine unbewegliche Wand, die andere gegen einen Münzstempel gerichtet worden; desgleichen bei Ullhorn's Präparirmaschine (die vorzüglichste von allen bisher erfundenen Maschinen der Art), und in sofern es beim Siegeln mit Wachs oder mit Oblaten hauptsächlich auf Fülle und Schärfe des Eindrucks ankommt, auch bei Siegelpressen ohne Schraubstock rc. Schon seit dem Jahr 1817 hat man die Grundbedingung der Kniepresse auf die Vervollkommnung der Buchdruckerpresse, und seit 1825 (in Amerika) auf die der Oelpresse mit entschiedenem Erfolge angewendet, und Gleiches würde wahrscheinlich auch eintreten, wenn man bei der Weinbeeren- oder Trauben-Kelter und verwandten Maschinen davon Gebrauch machte. Aenderung des Stützpunktes des zusammengesetzten Hebels hat übrigens zur Folge: wesentliche Aenderung der Kniepresse. Uebrigens ist der, gegen die Unterlage gerichtete Druck, bei jedem doppelarmigen Hebel der Summe, bei jedem einarmigen der Differenz der beiden senkrecht wirkenden Kräfte gleich. In der Natur, wie im wissenschaftlichen Menschheits- und im gewerblichen Volksleben, finden die einen wie die anderen Hebel ebenso vielfache als mannigfaltige Anwendungen. Zu den wichtigsten natürlichen Hebeln gehören die Bewegungen der Gliedmaaßen bei Menschen und Thieren, bei ersteren, so wie bei denen mit Armen begabten Thieren, insbesondere der Arme und Hände [der Arm, mit dem man eine Last trägt, die Hand, mit der man hebt, zieht oder wirft, wirken als Arme eines Hebels der zweiten Art], zum Theil

auch der Fersen und Fuß-Zehen; bei letzteren der Flügel, der Flossen rc. Besonders beachtenswerthe künstliche Hebel sind α) in wissenschaftlicher Hinsicht: die Waage der Chemiker und Physiker — deren Empfindlichkeit auf große Länge: möglichst wenig gewichtiger, auch bei Anwendung verhältlich größter Aufleg-Gewichte durchaus unbiegsamer, aus unmagnetischem Metall gefertigter Waagebalken, nämlich Hebel-Armen, und auf's Aeußerste verminderte Reibung ihrer den Unterstützungspunkt belastender Schneide beruhet; man hat Waagen, die bei größtem (nicht zu überbietendem) Aufleggewicht 1/1750000 desselben vollkommen deutlich anzeigen (über Beschaffenheit und Gebrauch also gearteter Waagen, vergl. Gehler's physikal. Wörterb., neue Aufl., Art. Waage, und m. Einleit. in die neuere Chem. S. 35; β) zu wissenschaftlichen und gewerblichen (z.B. schifffahrtlichen) Verwendungen: die Windfahne; in meteorologischem Betreff sowohl jene in wagrechten, als auch die in senkrechten Luftschichten bewegliche; m. Hdb. der Meteorologie II, 326; γ) in Absicht auf nur gewerbliche Zwecke: 1) die feineren (sog. Gran-) Waagen der Apotheker, sowie deren Tarir-Waage, sammt den gröberen Krämer- und großen Handels-Waagen; 2) die auch Besemer genannten Schnellwaagen oder sog. römischen (richtiger rommanischen*) Waagen, so wie die Brücken-Waage und der Krahn; 3) das Grabscheit oder der Spaten; 4) der Mauerbrecher; 5) die Winde;**) 6) die

*) Die Araber benützten dergleichen Waagen zuerst und nannten sie romman'sche, weil das von ihnen dabei in Gebrauch genommene sog. Lauf-Gewicht, seiner Gestalt nach einem Granatapfel (arabisch **Romma**) ähnelte. Man findet dergleichen kleinere Waagen unter andern häufig im Gebrauch bei Metzgern (Fleischern oder Schlächtern), statt derselben jedoch mitunter auch die sog. Feder-Waagen, da der mit den zu wägenden Gegenständen belastete Haken, eine Gewichts-Scale, mehr oder weniger aus einem schmalen (meistens eisernen), sie klemmenden Behälter herauszieht, die sich mit einer im Behälter befestigten Stahlfeder verbunden findet. Die schwedische Waage unterscheidet sich von der romman'schen dadurch, daß bei ihr das Gewicht am Ende des langen Arms befestigt und dagegen der Unterstützungspunkt verschiebbar ist.

**) Man unterscheidet zweierlei Winden, die stehende oder senkrechte, wohin der gemeine Göpel und die Erdwinde gehört (da sich dann im ersteren Falle, bei der Umdrehung der Welle, das mit der Last verbundene Seil oberhalb der angebrachten, hier Schiebstangen genannten Hebelarme, im andern unterhalb derselben aufgewickelt darbietet), und die liegende oder wagrechte, die, unter der Benennung Haspel bekannt, in zwei Arten zerfällt: Kreuzhaspel und Hornhaspel; erstere wird mittelst abwechselnd gezogenen und gedrückten Hebebäumen, letztere durch eine oder zwei, am Ende der Welle befindliche Kurbeln (d. s. krummarmige, an der Welle wirkende Hebelarme) in Bewegung gesetzt. Jenen Theil der Vorrichtung, an welchem im letzteren Falle die Kraft wirkt, nennt man den Griff, den eigentlichen Hebel hingegen den Kurbelbug des Hornhaspel. Der senkrechte Abstand des Griffs von der Axe der Welle, heißt die Länge des Kurbelbugs; sie mißt für die Kurbel die Entfernung der Kraft. Das Kräfte-Verhältniß ist bei allen Winden begründet, wie beim Rad an der Welle (S. 1878 Anm.), nur daß hier, statt des Rad-Halbmessers, jene

Rollen und Räder*) jeder Art und daher auch die Roll- oder Flaschen-Züge;**) 7) die Mühlen ohne Rad und Drilling und die Dampfkreisel (S. 464, 466, 529 u. 552), sammt den hydraulischen Kreiselrädern oder Tourbinen;***) 8) die

Größe, um welche der Angriffspunkt von der Wellen-Axe fernt, in die Wirksamkeits-Bestimmung mit aufgenommen wird. Beim Hornhaspel ist diese Entfernung = der geradlinigen Länge des Kurbelbug, und ist es daher, wenn nur diese Entfernung sich gleich bleibt, gleichgültig: ob die Kurbel krumm oder gerade.

*) Wo mehrere Räder, jedes an einer besondern Welle, zu einer zusammengesetzten Maschine verbunden erscheinen, nennt man solche Verbindung ein Räderwerk; das Kennwerthliche derselben besteht darin: daß eines Rades Bewegung sowohl für alle übrigen Räder, als auch für die mit denselben verbundenen übrigen Maschinentheile zur Bewegungs-Ursache wird; z. B. in den Räderwerk-Uhren; vergl. m. Grundz. II, 85. Als Mittel für dergleichen Bewegungs-Fortpflanzungen dienen entweder Ketten oder Schnüre, oder: Zähne (S. 1873), von welchen letzteren jeder einzelne aus dem Kopf und dem Zapfen besteht. Greift eine Welle (S. 1878) in ein Stern- oder Kron-Rad ein, so heißt solche Bewegungs-Verbindung das Getriebe des Rades, das Rumpf genannt wird, wenn es von der Welle selbst, durch Einschnitte derselben dargestellt worden, hingegen Drilling (oder „Trilling"), wenn es aus zwei Scheiben besteht, denen 6 bis 8 sog. Triebstöcke, d. s. congruente Cylinder (S. 419 Anm. u. S. 610) zur Verbindung dienen. Steigt hiebei die Anzahl der Triebstöcke zu 20 und (nicht selten ebenso viel) darüber, so erhält der Drilling die Benennung Drehling. Jener Kreis, welcher sowohl durch die Axen der Kronrads-Zähne, als auch durch die Drillings- oder Drehlings-Triebstöcke gezogen zu werden vermag, heißt der Theilkreis (der beim Sternrade mitten durch die Zähne streicht) und der zwischen jenen Axen gezogene Bogen: die Rad- oder (beim Getriebe) die Getrieb-Theilung. Während das eingreifende Rad einmal herum kommt, geht das Getriebe so oft herum, als die Anzahl der Triebstöcke in jener der Rad-Zähne enthalten ist. — Wie man übrigens, zur Minderung der Reibung, den Waagebalken der zu wissenschaftlichen Wägungen bestimmten Waagen (v. Steinheil's Erfindung gemäß) statt der Pfanne zwei Kugeln zur Unterstützung giebt, so läßt man auch, in Garnet's verbesserten Rädern: die Radaxe nicht in einer Pfanne, sondern zwischen zwei beweglichen Rädern sich umschwingen, was dann außerdem noch an sich auf die Axe beschleunigend einwirkt.

**) Vgl. oben S. 1878 Anm. Wenn beim Gebrauch der, als Hebel zweiter Art wirkenden Zug-Rolle, die Last um einen Fuß hoch gehoben worden, so sind dadurch nothwendig auch die um die Rolle gelegten Schnüre, Seile oder Taue auf jeder der beiden Seiten um 1 Fuß, mithin zusammen um 2 Fuß, verkürzt und um ebenso viel ist dann auch die Kraft fortgerückt; woraus hervorgeht: daß dadurch die Geschwindigkeit der Kraft doppelt so groß, als die Last geworden und daß daher die fortrückende Kraft an der Zugrolle einer doppelt so großen Last das Gleichgewicht zu halten vermag. Ueber weitere Verhältnisse der Flaschenzüge, die Art, ihre an sich sehr starke Seile-Reibung beträchtlich zu mindern, vergl. m. Grundz. II, 22, 83. Die in Fig. 9 eingezeichnete Rolle wirkt, mit ihren Schnüren AP, nach dem Gesetz des Hebels erster Art, so fern ihre Axe befestigt und sie damit Leitrolle geworden ist; hingegen nach dem des Hebels zweiter Art, wenn sie als Zug-Rolle betrachtet wird.

***) Die hydraulischen Kreiselräder (Tourbinen) setzen fließendes Wasser von einer Menge und Stromschnelle voraus, die hinreicht, oberschlächtige Wasserräder mit gehöriger Geschwindigkeit um ihre Axe zu treiben; wo solches Wasser zu

sog. Selbstbeweger oder Automaten, und jene Taschenspieler-Kästen und Koffer, welche mittelst Hebeln mannigfach bewegliche, öffnungsfähige Böden und Seitenwände enthalten, durch die man dergleichen Behälter zu füllen und zu entleeren vermag, ohne deren Deckel öffnen zu dürfen. Wenn bei einem Hebel zweiter Art die Last (P) zwischen Kraft (Q) und Stützpunkt (C) wirkt, so nennt man solches Lagerungs-Verhältniß von P und Q einen Traghebel, fällt hingegen Q zwischen P und C, so heißt es ein Wurfhebel.*) Uebrigens nennt man den Stützpunkt auch Widerlage oder Unterlage oder Bewegungspunkt. Wohl zu beachten ist beim Gebrauch von Schnüren, Seilen oder Tauen, behufs der Hebel-Bewegungen (z. B. der Rollzüge, Winden ꝛc.), die durch die Spannung der Lastenhebung in den vermittelnden Seilen ꝛc. entstehende Steifigkeit derselben, die bei starker Lastungs-Spannung zur Zerbrechung führen kann, was beim Aufrichten des Obelisken zu Rom unter Sixt V. bevorstand, aber durch rechtzeitiges Nässen der Stricke verhütet wurde, indem dieses nicht nur die entstandene Sprödigkeit beseitigte, sondern zugleich als Unterstützer der Kraft wirkte; da es die Fasertheile des Seiles der Quere nach aufquellen und, mittelst der Anhaftungsziehung (Adhäsion) des Wassers zugleich haltbarer machte, durch das Aufquellen (Ausdehnen der Quere nach)

Gebote steht, vermag man durch Kreiselräder Wirkungen hervorzubringen, welche jener mächtiger Dampfmaschinen gleichen und, z. B. auf Mehl-Bereitung angewendet, die wirksamsten Wasser- und Wind-Mühlen weit hinter sich zurücklassen. Folgendes Beispiel möge dafür zeugen. Es bestand sonst (ob noch?) zu St. Blasien im Schwarzwalde eine durch ein schmiedeisernes hydraulisches Kreiselrad von nur 12 Pariser Fuß Durchmesser im Gang erhaltene Baumwollen-Spinnerei, die 8000 sog. Water-Spindles (durch Wasser getriebene Spindeln) sammt weiteren, zu bewegenden Vorrichtungen mit einer Schnelligkeit in Bewegung versetzte, wie solche zuvor mittelst zweier gewaltig großer oberschlächtiger Wasserräder nicht entfernt erreicht zu werden vermochte; denn das aus einem großen Wasser-Behälter (mittelst eines Canals) zur Absturzstelle geleitete Wasser stürzte von einer 360 Fuß betragenden Höhe in das Kreiselrad, 2200 Umdrehungen desselben in einer Minute bewirkend und so eine Wirksamkeit von 42 Pferdekraft entwickelnd.

*) Beispiele des Traghebels gewähren das Schiffsruder und der Schiebkarren; für den Wurfhebel: der Arm des Menschen, der eine Last hebt, die Sense, Schaufel, der Futter- und Lumpen-Schneider, die Citronen-Presse, und in gewissen Lagen auch der Hebebaum, sammt der Hebelade, d. i. jene Vorrichtung, durch welche allmälig die Stützpunkte einer zu hebenden Last mehr und mehr höher gebracht werden. Der Geisfuß der Maurer wirkt als Hebel der zweiten Art. Die Hahn'sche (sog.) Schnellwaage ohne Läufer, ist ein rechtwinkliger Winkelhebel mit einem Gradbogen, an welchem ein Zeiger die Gewichte nachweiset. Ueber Probirwaagen und Leupold's Universalwaage, vergl. m. Einleit. in d. n. Chem. S. 35 ff. und m. Experimentalphys. I, 162: Ueber die beim Gebrauch der Gliedmaaßen wirksamen Hebel, vergl. a. a. O. Ueber die Benützung der Drehwaage zur Bestimmung der Erd-Dichte, vergleiche F. Reich's (zu Freiberg im Erzgebirge) angestellte „Versuche über die mittlere Dichtigkeit der Erde ꝛc. Freiberg 1838. gr. 8.

aber die ganzen Stricke kürzte; vergl. m. Grundz. I, 206. Ueber die verschiedenen Verfahren, die Haltbarkeit, Festigkeit und Härte verschiedener Körper (Metall- und Stein-Platten, rohe Bausteine, gepreßte Mauer- und Backsteine, Dachziegel, Schieferplatten, Stammholz der Bäume, Pflanzenfaser aller Art, Metalldrähte, Seiden-, Wollen-, Baumwollen-, Lein-, Hanf- rc. Fäden) genau zu bemessen, über die Art, den Diamant zum Glasschneiden zu benützen rc. rc., vergl. m. Experimentalphys. I, 403—412. Der wagrechte Widerstand (gegen Zerbrechungs- oder Zerreißungs-Gewalt), verhält sich (alles Uebrige gleichgesetzt) verkehrt wie die Länge des Körpers, steht aber im geraden Verhältniß der Breite und des Quadrats der Dicke desselben.
Fig. 13; vergl. S. 616. Nur wenn die Richtung der Centrifugal- oder Tangential-Kraft auf die der Centripetal-Kraft senkrecht ist, erzeugen beide Centralkräfte Kreis-Bewegung des von ihnen getroffenen Körpers. AB ist dann senkrecht auf AC; die Größe der Tangential-Kraft entspricht dann der Sinus-Größe des beschriebenen Bogens; AB ist = DC, d. i. des Sinus des Bogens AD. Eine den Sinus an Größe übertreffende Tangentialkraft, wie sie beispielweise durch Ae sich bezeichnet findet, erweitert die Bahn, während eine in Absicht auf Größe hinter der Sinusgröße zurückbleibende Flugkraft, z. B. Aé sie beengen würde. Da übrigens in dem Kreise (Fig. 13) AC : CD = CD : CP, so ist, faßt man AD als unendlich kleinen Theil des Umkreises auf, C dem A unendlich nahe, und dann mithin AD für CD und AP statt CP setzbar; AC : AD = AD : AP und AC also $= \frac{AD^2}{AP}$. Erfolgt daher die Centralbewegung im Kreise, und nennt man dessen Halbmesser r, so wie die von dem Körper in der unendlich kleinen Zeit z zurückgelegte Bahn a, so erhält man f, als den Ausdruck für die dabei wirksame Centripetalkraft, wenn man a zur zweiten Potenz erhebt und durch 2mal r dividirt; f ist dann $= \frac{a^2}{2r}$. In Verbindung mit dem Vorhergehenden folgt hieraus weiter, daß, wenn die Kreisbahn in demselben Kreise, von zwei Körpern mit ungleicher Geschwindigkeit befolgt wird, die Centripetalkräfte derselben sich verhalten, wie die Quadrate der Geschwindigkeiten. *) Die Centrifugal- oder Tangential-Kraft eines Kreisbahnen beschreibenden schweren Punktes oder Körpers ist in einer: um ihre senkrechte Axe sich drehenden Kugel dort am größten, wo ihre Theile die

*) Hinsichtlich der möglichen verschiedenen Centralbewegungen sind vorzüglich zu vergleichen: van Swinden's hieher gehörige Gesetze; m. Experimentalphys. I, 100 ff. Ueber Schwung- oder Centrifugal-Maschinen und damit anzustellende mancherlei Versuche, s. ebendas. S. 101; desgleichen über das Verhältniß des Radius Vector zur Centralbewegung (S. 99) und über die von der Kreisbewegung abweichenden, in sich zurückgehenden Bahnen; S. 97 das.

größte Bahn durchlaufen; alle über oder unter dieser Bahn von den zugehörigen Kugel-Theilchen beschriebenen, der größten Bahn parallelen Bahnen werden von diesen Theilchen mit geringeren, in den Aren-Enden = 0 werdenden Geschwindigkeiten beschrieben, und bezeichnet daher **Fig.** 13 eine Kugel der Art, so wirkt die Tangentialkraft in a der Centripetalkraft in s gerade und am stärksten entgegen, während die in b und c der a-Bahn parallelen Bahnen, in dieser Hinsicht, im Verhältniß ihres Abstandes von a wirksam erscheinen.

Fig. 14; vergl. S. 727. Festigt man auf einer wagrechten Ebene an zwei Stellen, z. B. in F und f, zwei senkrechte Stifte, dergestalt einen Faden, daß er ausgespannt nach a und b reicht und führt nun, mittelst desselben den Zeichenstift von a (durch e, m, é, b und n) nach a zurück und somit um beide feste Stifte gänzlich herum, so erhält man eine der in **Fig.** 14 vorliegenden wesentlich gleichende Ellipse, die außerdem als Kegelschnitt erhalten wird, wenn man einen Kegel nicht parallel seiner Grundfläche, sondern davon unter einem größeren oder kleineren Winkel abweichend (und mithin mit der durchschnittenen Kegel-Are keinen rechten, sondern einen schiefen Winkel machend) durchschneidet; oben S. 1617. Die große Are ab wird, im Mittelpunkt c, senkrecht durchschnitten von der kleinen Are mn, während F und f die beiden Brennpunkte der Ellipse nachweisen; je zwei, aus diesen Punkten auf irgend einen Punkt der Umfangs-Linie ambna gezogene gerade Linien, haben, zusammen genommen, die Länge der großen Are, wie denn z. B. Fe + fe, und ebenso Fé + fé, Fi + fi und aF + Fb = ab ist. — Kepler that in seinem 1609 erschienenen **Commentar. de motibus stellae Martis etc.** zuerst dar, daß die Planeten sich in Ellipsen bewegen, in deren einem Brennpunkte die Sonne sei. Zugleich zeigte K. darin nach, daß die aus dem Mittelpunkt der Sonne in den Mittelpunkt des Planeten gezogene Linie (der **Radius Vector**) in gleichen Zeiten gleiche elliptische Ausschnitte (**Sectores ellipticos**) oder Flächenräume beschreibe, und daß die Quadrate der Bewegungs-Geschwindigkeiten der Planeten sich verhalten: wie die Würfel ihrer Entfernungen von der Sonne. Die Linie ab (die Are der Ellipse), die aus dem Planeten durch die Sonne geht, nannte K., da sie jene beiden Punkte durchstreicht, in welchen die Planetbahn der Sonne am nächsten und am fernsten liegt (**Perihelium** und **Aphelium**), die Apsiden-Linie; ist die Sonne in F und der Planet in a, so ist letzterer in seiner größten Sonnen-Nähe; befindet er sich in b, so bewegt er sich in seiner größten Sonnen-Ferne. Vergl. S. 243 u. 268.

Fig. 15. Eine nur mit einer Rolle versehene Fallmaschine, deren um die Rolle gelegte Schnur an jedem Ende mit einem messingenen Cylinder (p und p′) verbunden ist, von denen p mit kreisrunden Messinggewichten verschiedener Dicke (und daher verschiedenen Gewichts)

den Widerstand der Flüssigkeiten vergl. auch Experimental-Untersuchungen über die Gesetze des Widerstandes der Flüssigkeiten von Colonel Duchemin. Deutsch von Dr. F. E. Schnuse. Braunschw. 1844. 8.

Fig. 6; vergl. S. 610 Anm. Von den fünf regelmäßigen mathematischen Körpern stellt das gleichseitige Dreieck die einfachste Grenzfläche dieser Körper dar. Jeder Winkel im gleichseitigen Dreieck beträgt 60 Grade.

Fig. 7. Der Keil, gewöhnlich betrachtet als eine doppelte schiefe Ebene, ist, wie die Schraube, eine schiefe Ebene der zweiten Art. Er dient entweder zum Trennen (Auseinander-Schieben und Zerreißen), oder zum Festigen durch Aneinander-Pressen, oder zum Heben von Lasten. Der in bemerkter Figur angedeutete stellt ein dreiseitiges Prisma dar, dessen Grundflächen gleichschenkelige Dreiecke sind und dessen gegen einander geneigte Seitenflächen AC und BC einen spitzen Winkel bilden. Die bei dem Punkte C gegebene Durchschnittslinie beider Flächen heißt die Schärfe des Keils, und die dieser gegenüber gestellte Fläche AB der Rücken (oder die Rücken-Breite) desselben, während die von der Schärfe auf den Rücken senkrecht gefäll'te Linie die Höhe oder Länge des Keils genannt wird, die bei Keilen, bei denen eine der Seitenflächen mit dem Rücken einen rechten Winkel macht (und daher dergleichen Keile als rechtwinkelige bezeichnen läßt), durch die Länge solcher Seitenfläche ausgedrückt hervortritt. Die den Keil treibende Kraft wirkt senkrecht auf den Rücken: parallel der Länge (d. i. parallel der Grundfläche der schiefen Ebene). Wird der Keil ADBC zum Auseinander-Schieben zweier neben einander stehender Würfel P und R verwendet, so entfernt der Keil dieselben um so mehr (z. B. zuvörderst bis EF eingetrieben: um den Abstand des E von F), je weiter er zwischen dieselben getrieben wird, und ist er endlich um eine AB gleichkommende Weite hineingetrieben, so hat P den Weg AD und R den Weg BD durchlaufen, während die Kraft Q in gleicher Zeit den Raum CD hindurch gewirkt hatte; woraus hervorgeht, daß sich in solchem Falle die Geschwindigkeit der Last P zu jener der Kraft Q verhält, wie die Hälfte des Rückens (AD oder BD) zur Länge des Keils, oder wie der ganze Rücken zur doppelten Länge; $Q : (P + R) = AD : CD = AB : 2CD$. Die Gegen-

---

dann das Moment, d. i. das Product der Masse in die Geschwindigkeit, durchgängig dasselbe bleibt. Je dichter das Mittel, um so größer sein Widerstand; bei mittlerer Temperatur ist aber die Dichte des Wassers nahe das 800-fache jener der Luft. Würde statt der Blei-Kugel eine Blei-Scheibe von einem der Kugel gleichen Gewichte fallend dem Wasser überlassen, so würde der Widerstand des Mittels auch noch im Verhältniß der senkrechten Gegenflächen-Vergrößerung wachsen. — Ein Vogel, der 3mal schneller fliegt, als ein anderer, hat, alles Uebrige gleich gesetzt, einen 27mal größeren Widerstand zu überwältigen, als jener, dessen Geschwindigkeit = 1 war; denn die Widerstände der gepreßten Luft verhalten sich wie die Würfel der Geschwindigkeit des gegenbewegten Körpers.

wirksamkeit von P, wie jene von R, gehen übrigens von denen durch die in Mitten der Würfel (bei P und R) angezeigten Endpunkte der punktirten Linien aus. Dient der Keil zum Zerreißen, z. B. zum Holzspalten, so hat die Kraft ebenfalls, wie im vorigen Fall, in E und F ihre Angriffspunkte, erhält aber mit jedem kommenden Augenblick eine größere Ferne, je weiter das Holz gespalten worden, und wird mithin um so mehr vermindert, je tiefer der Keil eindringt. Die Spalte reißt dabei jedoch weiter, als der Keil reicht, und dieser geht dann in der Spalt-Längenrichtung fort. Beim Brodschneiden dringt die Schärfe des Keils bis zur Spitze des Spaltes; desgleichen beim Fleischschneiden rc. Die Klemmung bewirkende Zusammenziehung der klaffenden Spaltgegenflächen, ist in diesen und ähnlichen Fällen = 0, sie ist es aber auch beim Holz, bevor der Spalt weiter reißt. Hat der Keil Kegelform, so ist die Länge (oder Höhe) desselben durch die der Axe bestimmt; Keile der Art stellen die Stifte genannten Nägel-Vertreter, die Steck- und Nähnadeln rc. dar, während die gewöhnlichen Nägel, alle schneidenden Werkzeuge rc. nach Art der prismatischen Keile wirken. Wo aber Keile in feste Massen eingetrieben werden, wirken sie seitwärts-pressend, dadurch aber verdichtend, mithin auch für gegebene Gegenflächen-Theile Haftziehung (Adhäsion) vermehrend und dadurch die Größe des Reibungs-Coefficienten steigernd. *) Hatte man übrigens eine, auf schiefer Ebene

*) Sofern man die Reibung (oder Friction) nur von der Rauhigkeit der sich berührenden Gegenflächen ableitet, ohne dabei zu berücksichtigen, weder die Haftziehung, noch die Erregung der Reibungs-Elektricität (die beide zur Reibungs-Wärme hauptsächlich beitragen dürften und zwar auch dort: wo diese Wärme nur Erfolg der Bewegung fester Körper, z. B. im Wasser um ihre Axe getriebener metallischer kreisförmiger Scheiben ist), und mithin unter Reiben nur jenen Widerstand begreift, welchen das Ineinandergreifen der kleinen Erhabenheiten in die kleinen Vertiefungen und das hiebei, mittelst der Bewegung, erfolgende Abreißen oder Zerdrücken solcher Erhabenheiten zur Folge hat, so läßt sich allerdings voraussetzen: daß die Reibung im geraden Verhältniß der Rauhigkeit und des Druckes, aber nicht — der Größe der Gegenflächen steht; denn je größer, bei gleichbleibendem Druck, die Gegenflächen, um so größer auch die Vertheilung des Drucks. Man unterscheidet gleitende und rollende Reibung. Befestigt man an das eine Ende einer Schnur einen gleitenden Körper, deren anderes Ende mit einem Haken zum Anhängen von Gewichten versehen ist, legt die Schnur dann um eine sog. Leitrolle und vermehrt nun das Gewicht so lange, bis es beginnt den Körper zur Hebung zu bringen, ohne dieselbe wirklich herbeizuführen, so ist jetzt durch solchen Gewichtstheil die auf der Fläche statthabende Reibung des Körpers ins Gleichgewicht gebracht. Bezeichnet nun P das Gesammtgewicht, und p jenen die Reibung ausgleichenden Antheil desselben, so ist dieser $\frac{1}{n}$ P und heißt dann die absolute Reibung; der Bruch $\frac{1}{n}$ hingegen: der Reibungs-Coefficient. Ist z. B. p = 1 Pfd., P = 10, so ist $\frac{1}{n} = \frac{1}{10}$ und 0,1 die abs. Reibung. Folgende Werthe drücken die von verschiedenen Forschern ermittelten Reibungs-Ergebnisse aus; die Reibung ist bei:

liegende Last, dadurch am Hinabgleiten verhindert, daß man ein: mit seinem einen Ende an der schiefen Ebene befestigtes Seil, mit dem

---

Kupfer auf Eichenholz = 0,18	Eichenholz auf Eichen, bei Faser-Kreuzung = 0,26
Eisen " " = 0,24	" auf Eichen, in Richtung der Faser = 0,42
" " Messing = 0,26	Rüsternholz auf Rüster = 0,47
" " Blei = 0,27	Fichtenholz " Fichten = 0,56
" " Kupfer = 0,27,5	" " Eisen = 0,65
" " Eisen = 0,28	

Die Reibung ist größer beim Anheben derselben, weil dann zunächst die während des Ruhens des Körpers auf der Fläche vollständig entwickelte Anhaftung zu überwinden steht, als späterhin, da die Bewegung des Körpers, jeder neu sich regenden Haftziehung entgegenwirkt. Das Schmieren mit Fett minderte, in hieher gehörigen Versuchen, beim Eisen die Reibung um 0,1; beim Geschützmetall um 0,14; beim Kupfer (mit Feitöl) um 0,16 und beim Eichenholz auf Eisen um 0,28. Bewegt man Lasten mittelst Walzen, so steht die rollende Reibung im geraden Verhältniß des Gewichts der Last, hingegen im verkehrten des Querdurchmessers der Walze; bei rüsternen (ulmenen) Walzen von 6 Zoll Querdurchmesser war zur Aufhebung der Reibung einer 1000 Pfd. betragenden Last eine Kraft im Werth von 10 Pfd. erforderlich, während eine 12 Zoll Durchmesser habende Walze nur 5 Pfd. Kraft heischte. Auch hier bewirkte übrigens die Artung (die Stoff-Eigenthümlichkeit) der reibenden Gegenflächen beträchtlichen Unterschied. Von der rollenden Reibung eines belasteten Cylinders (der Walze) auf ebener Fläche verschieden ist die: eines runden Körpers auf gekrümmter Fläche, wie solche ein in seiner Pfanne bewegter Zapfen darbietet. Das Moment der Reibung ist hier das Product aus der absoluten Reibung in den Halbmesser (radius; daher bezeichnet mit r) des Zapfens und daher $= \frac{1}{n} Pr$. Gleiches gilt von der beim Umdrehen der Rollen (z. B. in Flaschenzügen 2c., s. w. u.) eintretenden Reibung; weßhalb man hier Bolzen (das sind die feststehenden Axen der: Rollen genannten, um die Axe beweglichen, an ihrem Umfange eingefurchten Scheiben) von möglichst kleinem, Rollen von möglichst großem Durchmesser wählt, beide aus Stoffen gefertigt, welche sehr geringe Reibungs-Coefficienten darbieten. Man unterscheidet übrigens zwei Arten von Rollen, feststehende oder Leitrollen, auch genannt Rollen der ersten Art), die nicht bestimmt sind, die Kraft zu vergrößern, sondern nur: ihr, wie der Last, beliebige Richtung ertheilen zu können, und Zugrollen (oder Rollen der zweiten Art). Erstere wirkt nach dem Gesetz des Hebels der ersten, letztere nach dem der zweiten Art; s. w. o. — Das Rad unterscheidet sich von der Rolle dadurch, daß die Axe, auf welche die kreisrunde Scheibe gesteckt worden, sich mit der Scheibe umdrehet. Gehört hiebei die Axe einem die Mitte der Scheibe durchsetzenden Cylinder an, der an derselben so gefestigt worden, daß er, an beiden Enden gehörig unterstützt, um seine Axe sich drehend die Scheibe mit herumführt, so heißt er die Welle des Rades und die ganze Vorrichtung: das Rad an der Welle. Gemeinhin läuft jedes der beiden Wellen-Enden in einen Zapfen aus, mit denen er in den Zapfen-Lagern (den Vertretern der Pfanne) liegt und (bewegt) läuft. An der Welle hängt dann die Last, am Umkreis des Rades wirkt dagegen die Kraft. Da die Kreisumfänge sich verhalten, wie die Halbmesser, so ist auch die Geschwindigkeit der Kraft im Verhältniß ihres Halbmessers größer, als jene der Welle. — Ohne Reibung würde kein Körper auf wagrechter Fläche fest stehen; die geringste Bewegung würde ihn zum Gleiten oder, nach Maaßgabe der Körpergestaltung,

anderen, den Schwerpunkt der Last durchsetzenden Ende so verbindet, daß es nach einer Linie gespannt erscheint, welche der Grundlinie der schiefen Ebene parallel läuft, so verhält sich die hier als **Kraft** zu betrachtende Spannung des Seiles zur **Last**, wie die Höhe der schiefen Ebene zu ihrer Grundlinie. **Schiefe Ebene** und **Hebel** sind die Begründer (oder Elemente) aller **zusammengesetzten Maschinen**, und werden daher auch **einfache Maschinen** genannt.

Fig. 8; vergl. S. 343 Anm. und S. 442 Anm. Der Hebel ACB ist ein **doppelarmiger** oder einer der **ersten Art** und zugleich ein gleicharmiger, denn beide Arme AC und BC, von denen jeder von seinem Endpunkt bis zum Schwerpunkt C reicht, haben **gleiche Längen** und mithin auch, da sie durch, an ihren Arm-Enden angebrachte Massen (Gewichte) bewegt, in gleichen Zeiten gleich lange Kreisbogen-, also Bahn-Theile beschrieben: **gleiche Geschwindigkeiten**; sind nun auch die sie bewegenden Massen gleich, so sind es auch die Producte aus den Massen in die Geschwindigkeiten, also ihre Bewegungsgrößen, und da diese in dem von dem Unterstützungspunkt (Hypomochlium) getragenen Schwerpunkt C senkrecht gegen einander treffen, so bewirken sie auch gegenseitig, **Newton's** drittem Gesetze gemäß (S. 35 ff. Anm.) Hemmung der Bewegung (**Stasis**), d. i. eine erzwungene Ruhe, deren Bestand gegenseitig ununterbrochen andauernde Bethätigung der sog. **statistischen Momente** — hier der Schweren der Endpunkte A und B multiplicirt mit denen, den Armen-Längen entsprechenden **Geschwindigkeiten**, daher der AC und BC — voraussetzt, und mithin nicht Aufhebung oder Vernichtung der in diesen Momenten wirksamen Kräfte, sondern nur gleichmäßige Begrenzung ihrer Wirkungs-Aeußerung zur Folge hat. Ein Hebel von solcher Voraussetzung, wie die **Fig.** 8 sie veranschaulicht, ist übrigens ein sog. **einfacher** oder **mathematischer**, d. i. ein nur seinem Begriffe nach vorhandener, also frei von allen, für den **zusammengesetzten** oder sog. physischen Hebel wirklichen und möglichen Einflüssen gedachter Hebel, weil seine Arme, in ihrem Zusammenhange eine **gerade, unbiegsame Linie** darstellen, die, mit schweren Endpunkten versehen, nur dieser Endpunkte wegen einen Schwerpunkt hat, der, in C unterstützt, zugleich den Drehpunkt darstellt. Aenderung der Arm-Längen, wie sie in **Fig.** 8 bei E angedeutet ist, hebt das Gleichgewicht in einer Weise auf, wie es **Fig.** 11 (vergl. S. 343, 421, 614, 1642) nachweiset, in dem dortigen bewegten Hebel abc; soll der dortige Arm ac mit bc wieder ins Gleichgewicht kommen, so muß a und damit S gegen Q entsprechend vermehrt (von der Erde stärker angezogen) werden. In **Fig.** 12 (vergl.

---

zum Umfallen bringen; Niemand würde ohne Reibung einen Hügel übersteigen können, und weder die Räder der Wagen, noch der Eisenbahn-Dampfmaschinen würden sich um ihre Axen zu drehen vermögen.

S. 118 Anm.) finden sich Last (P) und Kraft (Q) auf der nämlichen Seite des Unterstützungs- und hiemit zugleich des Ruhepunkts, und geben so den einarmigen Hebel, auch genannt Hebel der zweiten Art, der jedoch außerdem noch in Fig. 9, in A mit einem Rollenförmigen Hebel der ersten Art mittelst der Linie (beim physischen Hebel: mittelst einer um die Rolle geschlungenen Schnur) AP verbunden erscheint; vergl. auch m. Experimentalphys. I, 158 ff. Schließen die Arme eines doppelarmigen Hebels einen Winkel ein, so giebt dieses den Winkel-Hebel; vergl. Fig. 10 (S. 385 Anm.). Ueber weitere Hebel-Erläuterungen vergl. auch die S. 342 erwähnten und beschriebenen Figuren. Die mit gekrümmten Armen versehenen Hebel der ersten Art wirken, nach Maaßgabe ihrer Krümmungen, ähnlich den Winkelhebeln. Auf letztere, so wie auf das Parallelogramm der Kräfte gegründet, ist jeder zusammengesetzte Hebel; daher auch die sog. Kniepresse, deren beide, durch ein Gelenk verbundene Metallstangen, je nach der Größe des Winkels, den sie einschließen, eine in Absicht auf Richtung, wie auf Stärke veränderliche Mittelkraft entwickeln, deren Größe um so beträchtlicher, je stumpfer der Winkel bei dem Gelenk ist; was daher in den Stand setzt, mittelst der Kniepresse, auf geringe Entfernungen einen sehr großen Druck ausüben zu können, wie Solches z. B. der Fall ist, wenn die eine der Stangen gegen eine unbewegliche Wand, die andere gegen einen Münzstempel gerichtet worden; desgleichen bei Ullhorn's Präparirmaschine (die vorzüglichste von allen bisher erfundenen Maschinen der Art), und in sofern es beim Siegeln mit Wachs oder mit Oblaten hauptsächlich auf Fülle und Schärfe des Eindrucks ankommt, auch bei Siegelpressen ohne Schraubstock rc. Schon seit dem Jahr 1817 hat man die Grundbedingung der Kniepresse auf die Vervollkommnung der Buchdruckerpresse, und seit 1825 (in Amerika) auf die der Oelpresse mit entschiedenem Erfolge angewendet, und Gleiches würde wahrscheinlich auch eintreten, wenn man bei der Weinbeeren- oder Trauben-Kelter und verwandten Maschinen davon Gebrauch machte. Aenderung des Stützpunktes des zusammengesetzten Hebels hat übrigens zur Folge: wesentliche Aenderung der Kniepresse. Uebrigens ist der, gegen die Unterlage gerichtete Druck, bei jedem doppelarmigen Hebel der Summe, bei jedem einarmigen der Differenz der beiden senkrecht wirkenden Kräfte gleich. In der Natur, wie im wissenschaftlichen Menschheits- und im gewerblichen Volksleben, finden die einen wie die anderen Hebel ebenso vielfache als mannigfaltige Anwendungen. Zu den wichtigsten natürlichen Hebeln gehören die Bewegungen der Gliedmaaßen bei Menschen und Thieren, bei ersteren, so wie bei denen mit Armen begabten Thieren, insbesondere der Arme und Hände [der Arm, mit dem man eine Last trägt, die Hand, mit der man hebt, zieht oder wirft, wirken als Arme eines Hebels der zweiten Art], zum Theil

auch der Fersen und Fuß-Zehen; bei letzteren der Flügel, der Flossen rc. Besonders beachtenswerthe künstliche Hebel sind α) in wissenschaftlicher Hinsicht: die Waage der Chemiker und Physiker — deren Empfindlichkeit auf große Länge: möglichst wenig gewichtiger, auch bei Anwendung verhältlich größter Aufleg-Gewichte durchaus unbiegsamer, aus unmagnetischem Metall gefertigter Waagebalken, nämlich Hebel-Armen, und auf's Aeußerste verminderte Reibung ihrer den Unterstützungspunkt belastender Schneide beruhet; man hat Waagen, die bei größtem (nicht zu überbietendem) Aufleggewicht 1/1750000 desselben vollkommen deutlich anzeigen (über Beschaffenheit und Gebrauch also gearteter Waagen, vergl. Gehler's physikal. Wörterb., neue Aufl., Art. Waage, und m. Einleit. in die neuere Chem. S. 35; β) zu wissenschaftlichen und gewerblichen (z. B. schifffahrtlichen) Verwendungen: die Windfahne; in meteorologischem Betreff sowohl jene in wagrechten, als auch die in senkrechten Luftschichten bewegliche; m. Hdb. der Meteorologie II, 326; γ) in Absicht auf nur gewerbliche Zwecke: 1) die feineren (sog. Gran-) Waagen der Apotheker, sowie deren Tarir-Waage, sammt den gröberen Krämer- und großen Handels-Waagen; 2) die auch Besemer genannten Schnellwaagen oder sog. römischen (richtiger rommanischen*) Waagen, so wie die Brücken-Waage und der Krahn; 3) das Grabscheit oder der Spaten; 4) der Mauerbrecher; 5) die Winde; **) 6) die

*) Die Araber benützten dergleichen Waagen zuerst und nannten sie romman'sche, weil das von ihnen dabei in Gebrauch genommene sog. Lauf-Gewicht, seiner Gestalt nach einem Granatapfel (arabisch **Romma**) ähnelte. Man findet dergleichen kleinere Waagen unter andern häufig im Gebrauch bei Metzgern (Fleischern oder Schlächtern), statt derselben jedoch mitunter auch die sog. Feder-Waagen, da der mit den zu wägenden Gegenständen belastete Haken, eine Gewichts-Scale, mehr oder weniger aus einem schmalen (meistens eisernen), sie klemmenden Behälter herauszieht, die sich mit einer im Behälter befestigten Stahlfeder verbunden findet. Die schwedische Waage unterscheidet sich von der romman'schen dadurch, daß bei ihr das Gewicht am Ende des langen Arms befestigt und dagegen der Unterstützungspunkt verschiebbar ist.

**) Man unterscheidet zweierlei Winden, die stehende oder senkrechte, wohin der gemeine Göpel und die Erdwinde gehört (da sich dann im ersteren Falle, bei der Umdrehung der Welle, das mit der Last verbundene Seil oberhalb der angebrachten, hier Schiebstangen genannten Hebelarme, im andern unterhalb derselben aufgewickelt darbietet), und die liegende oder wagrechte, die, unter der Benennung Haspel bekannt, in zwei Arten zerfällt: Kreuzhaspel und Hornhaspel; erstere wird mittelst abwechselnd gezogenen und gedrückten Hebebäumen, letztere durch eine oder zwei, am Ende der Welle befindliche Kurbeln (d. i. krummarmige, an der Welle wirkende Hebelarme) in Bewegung gesetzt. Jenen Theil der Vorrichtung, an welchem im letzteren Falle die Kraft wirkt, nennt man den Griff, den eigentlichen Hebel hingegen den Kurbelbug des Hornhaspel. Der senkrechte Abstand des Griffs von der Axe der Welle, heißt die Länge des Kurbelbugs; sie mißt für die Kurbel die Entfernung der Kraft. Das Kräfte-Verhältniß ist bei allen Winden begründet, wie beim Rad an der Welle (S. 1878 Anm.), nur daß hier, statt des Rad-Halbmessers, jene

Rollen und Räder *) jeder Art und daher auch die Roll- oder Flaschen-Züge; **) 7) die Mühlen ohne Rad und Drilling und die Dampfkreisel (S. 464, 466, 529 u. 552), sammt den hydraulischen Kreiselrädern oder Tourbinen; ***) 8) die

---

Größe, um welche der Angriffspunkt von der Wellen-Axe fernt, in die Wirksamkeits-Bestimmung mit aufgenommen wird. Beim Hornhaspel ist diese Entfernung = der geradlinigen Länge des Kurbelbug, und ist es daher, wenn nur diese Entfernung sich gleich bleibt, gleichgültig: ob die Kurbel krumm oder gerade.

*) Wo mehrere Räder, jedes an einer besondern Welle, zu einer zusammengesetzten Maschine verbunden erscheinen, nennt man solche Verbindung ein Räderwerk; das Kennwerthliche derselben besteht darin: daß eines Rades Bewegung sowohl für alle übrigen Räder, als auch für die mit denselben verbundenen übrigen Maschinentheile zur Bewegungs-Ursache wird; z. B. in den Räderwerk-Uhren; vergl. m. Grundz. II, 85. Als Mittel für dergleichen Bewegungs-Fortpflanzungen dienen entweder Ketten oder Schnüre, oder: Zähne (S. 1873), von welchen letzteren jeder einzelne aus dem Kopf und dem Zapfen besteht. Greift eine Welle (S. 1878) in ein Stern- oder Kron-Rad ein, so heißt solche Bewegungs-Verbindung das Getriebe des Rades, das Rumpf genannt wird, wenn es von der Welle selbst, durch Einschnitte derselben dargestellt worden, hingegen Drilling (oder „Trilling"), wenn es aus zwei Scheiben besteht, denen 6 bis 8 sog. Triebstöcke, d. s. congruente Cylinder (S. 119 Anm. u. S. 610) zur Verbindung dienen. Steigt hiebei die Anzahl der Triebstöcke zu 20 und (nicht selten ebenso viel) darüber, so erhält der Drilling die Benennung Drehling. Jener Kreis, welcher sowohl durch die Axen der Kronrads-Zähne, als auch durch die Drillings- oder Drehlings-Triebstöcke gezogen zu werden vermag, heißt der Theilkreis (der beim Sternrade mitten durch die Zähne streicht) und der zwischen jenen Axen gezogene Bogen: die Rad- oder (beim Getriebe) die Getrieb-Theilung. Während das eingreifende Rad einmal herum kommt, geht das Getriebe so oft herum, als die Anzahl der Triebstöcke in jener der Rad-Zähne enthalten ist. — Wie man übrigens, zur Minderung der Reibung, den Waagebalken der zu wissenschaftlichen Wägungen bestimmten Waagen (v. Steinheil's Erfindung gemäß) statt der Pfanne zwei Kugeln zur Unterstützung giebt, so läßt man auch, in Garnet's verbesserten Rädern: die Radaxe nicht in einer Pfanne, sondern zwischen zwei beweglichen Rädern sich umschwingen, was dann außerdem noch an sich auf die Axe beschleunigend einwirkt.

) Vgl. oben S. 1878 Anm. Wenn beim Gebrauch der, als Hebel zweiter Art wirkenden Zug-Rolle, die Last um einen Fuß hoch gehoben worden, so sind dadurch nothwendig auch die um die Rolle gelegten Schnüre, Seile oder Taue auf jeder der beiden Seiten um 1 Fuß, mithin zusammen um 2 Fuß, verkürzt und um ebenso viel ist dann auch die Kraft fortgerückt; woraus hervorgeht: daß dadurch die Geschwindigkeit der Kraft doppelt so groß, als die Last geworden und daß daher die fortrückende Kraft an der Zugrolle einer doppelt so großen Last das Gleichgewicht zu halten vermag. Ueber weitere Verhältnisse der Flaschenzüge, die Art, ihre an sich sehr starke Seile-Reibung beträchtlich zu mindern, vergl. m. Grundz. II, 22, 83. Die in **Fig. 9 eingezeichnete Rolle wirkt, mit ihren Schnüren **AP**, nach dem Gesetz des Hebels erster Art, so fern ihre Axe befestigt und sie damit Leitrolle geworden ist; hingegen nach dem des Hebels zweiter Art, wenn sie als Zug-Rolle betrachtet wird.

***) Die hydraulischen Kreiselräder (Tourbinen) setzen fließendes Wasser von einer Menge und Stromschnelle voraus, die hinreicht, oberschlächtige Wasserräder mit gehöriger Geschwindigkeit um ihre Axe zu treiben; wo solches Wasser zu

sog. Selbstbeweger oder Automaten, und jene Taschenspieler-Kästen und Koffer, welche mittelst Hebeln mannigfach bewegliche, öffnungsfähige Böden und Seitenwände enthalten, durch die man dergleichen Behälter zu füllen und zu entleeren vermag, ohne deren Deckel öffnen zu dürfen. Wenn bei einem Hebel zweiter Art die Last (P) zwischen Kraft (Q) und Stützpunkt (C) wirkt, so nennt man solches Lagerungs-Verhältniß von P und Q einen Traghebel, fällt hingegen Q zwischen P und C, so heißt es ein Wurfhebel.*) Uebrigens nennt man den Stützpunkt auch Widerlage oder Unterlage oder Bewegungspunkt. Wohl zu beachten ist beim Gebrauch von Schnüren, Seilen oder Tauen, behufs der Hebel-Bewegungen (z. B. der Rollzüge, Winden ꝛc.), die durch die Spannung der Lastenhebung in den vermittelnden Seilen ꝛc. entstehende Steifigkeit derselben, die bei starker Lastungs-Spannung zur Zerbrechung führen kann, was beim Aufrichten des Obelisken zu Rom unter Sixt V. bevorstand, aber durch rechtzeitiges Nässen der Stricke verhütet wurde, indem dieses nicht nur die entstandene Sprödigkeit beseitigte, sondern zugleich als Unterstützer der Kraft wirkte; da es die Fasertheile des Seiles der Quere nach aufquellen und, mittelst der Anhaftungsziehung (Adhäsion) des Wassers zugleich haltbarer machte, durch das Aufquellen (Ausdehnen der Quere nach)

Gebote steht, vermag man durch Kreiselräder Wirkungen hervorzubringen, welche jener mächtiger Dampfmaschinen gleichen und, z. B. auf Mehl-Bereitung angewendet, die wirksamsten Wasser- und Wind-Mühlen weit hinter sich zurücklassen. Folgendes Beispiel möge dafür zeugen. Es bestand sonst (ob noch?) zu St. Blasien im Schwarzwalde eine durch ein schmiedeisernes hydraulisches Kreiselrad von nur 12 Pariser Fuß Durchmesser im Gang erhaltene Baumwollen-Spinnerei, die 8000 sog. Water-Spindles (durch Wasser getriebene Spindeln) sammt weiteren, zu bewegenden Vorrichtungen mit einer Schnelligkeit in Bewegung versetzte, wie solche zuvor mittelst zweier gewaltig großer oberschlächtiger Wasserräder nicht entfernt erreicht zu werden vermochte; denn das aus einem großen Wasser-Behälter (mittelst eines Canals) zur Absturzstelle geleitete Wasser stürzte von einer 360 Fuß betragenden Höhe in das Kreiselrad, 2200 Umdrehungen desselben in einer Minute bewirkend und so eine Wirksamkeit von 42 Pferdekraft entwickelnd.

*) Beispiele des Traghebels gewähren das Schiffsruder und der Schiebkarren; für den Wurfhebel: der Arm des Menschen, der eine Last hebt, die Sense, Schaufel, der Futter- und Lumpen-Schneider, die Citronen-Presse, und in gewissen Lagen auch der Hebebaum, sammt der Hebelade, d. i. jene Vorrichtung, durch welche allmälig die Stützpunkte einer zu hebenden Last mehr und mehr höher gebracht werden. Der Geisfuß der Maurer wirkt als Hebel der zweiten Art. Die Hahn'sche (sog.) Schnellwaage ohne Läufer, ist ein rechtwinkliger Winkelhebel mit einem Gradbogen, an welchem ein Zeiger die Gewichte nachweiset. Ueber Probirwaagen und Leupold's Universalwaage, vergl. m. Einleit. in d. n. Chem. S. 35 ff. und m. Experimentalphys. I, 162: Ueber die beim Gebrauch der Gliedmaaßen wirksamen Hebel, vergl. a. a. O. Ueber die Benützung der Drehwaage zur Bestimmung der Erd-Dichte, vergleiche F. Reich's (zu Freiberg im Erzgebirge) angestellte „Versuche über die mittlere Dichtigkeit der Erde ꝛc. Freiberg 1838. gr. 8.

aber die ganzen Stricke kürzte; vergl. m. Grundz. I, 206. Ueber die verschiedenen Verfahren, die Haltbarkeit, Festigkeit und Härte verschiedener Körper (Metall- und Stein-Platten, rohe Bausteine, gepreßte Mauer- und Backsteine, Dachziegel, Schieferplatten, Stammholz der Bäume, Pflanzenfaser aller Art, Metalldrähte, Seiden-, Wollen-, Baumwollen-, Lein-, Hanf- rc. Fäden) genau zu bemessen, über die Art, den Diamant zum Glasschneiden zu benützen rc. rc., vergl. m. Experimentalphys. I, 403—412. Der wagrechte Widerstand (gegen Zerbrechungs- oder Zerreißungs-Gewalt), verhält sich (alles Uebrige gleichgesetzt) verkehrt wie die Länge des Körpers, steht aber im geraden Verhältniß der Breite und des Quadrats der Dicke desselben. Fig. 13; vergl. S. 616. Nur wenn die Richtung der Centrifugal- oder Tangential-Kraft auf die der Centripetal-Kraft senkrecht ist, erzeugen beide Centralkräfte Kreis-Bewegung des von ihnen getroffenen Körpers. AB ist dann senkrecht auf AC; die Größe der Tangential-Kraft entspricht dann der Sinus-Größe des beschriebenen Bogens; AB ist = DC, d. i. des Sinus des Bogens AD. Eine den Sinus an Größe übertreffende Tangentialkraft, wie sie beispielweise durch Ae sich bezeichnet findet, erweitert die Bahn, während eine in Absicht auf Größe hinter der Sinusgröße zurückbleibende Flugkraft, z. B. Aé sie beengen würde. Da übrigens in dem Kreise (Fig. 13) AC : CD = CD : CP, so ist, faßt man AD als unendlich kleinen Theil des Umkreises auf, C dem A unendlich nahe, und dann mithin AD für CD und AP statt CP setzbar; AC : AD = AD : AP und AC also $= \frac{AD^2}{AP}$. Erfolgt daher die Centralbewegung im Kreise, und nennt man dessen Halbmesser r, so wie die von dem Körper in der unendlich kleinen Zeit z zurückgelegte Bahn a, so erhält man f, als den Ausdruck für die dabei wirksame Centripetalkraft, wenn man a zur zweiten Potenz erhebt und durch 2mal r dividirt; f ist dann $= \frac{a^2}{2r}$. In Verbindung mit dem Vorhergehenden folgt hieraus weiter, daß, wenn die Kreisbahn in demselben Kreise, von zwei Körpern mit ungleicher Geschwindigkeit befolgt wird, die Centripetalkräfte derselben sich verhalten, wie die Quadrate der Geschwindigkeiten. *) Die Centrifugal- oder Tangential-Kraft eines Kreisbahnen beschreibenden schweren Punktes oder Körpers ist in einer: um ihre senkrechte Axe sich drehenden Kugel dort am größten, wo ihre Theile die

*) Hinsichtlich der möglichen verschiedenen Centralbewegungen sind vorzüglich zu vergleichen: van Swinden's hieher gehörige Gesetze; m. Experimentalphys. I, 100 ff. Ueber Schwung- oder Centrifugal-Maschinen und damit anzustellende mancherlei Versuche, s. ebendas. S. 101; desgleichen über das Verhältniß des Radius Vector zur Centralbewegung (S. 99) und über die von der Kreisbewegung abweichenden, in sich zurückgehenden Bahnen; S. 97 das.

größte Bahn durchlaufen; alle über oder unter dieser Bahn von den zugehörigen Kugel-Theilchen beschriebenen, der größten Bahn parallelen Bahnen werden von diesen Theilchen mit geringerer, in den Axen-Enden = 0 werdenden Geschwindigkeiten beschrieben, und bezeichnet daher Fig. 13 eine Kugel der Art, so wirkt die Tangentialkraft in a der Centripetalkraft in s gerade und am stärksten entgegen, während die in b und c der a-Bahn parallelen Bahnen, in dieser Hinsicht, im Verhältniß ihres Abstandes von a wirksam erscheinen.

Fig. 14; vergl. S. 727. Festigt man auf einer wagrechten Ebene an zwei Stellen, z. B. in F und f, zwei senkrechte Stifte, dergestalt einen Faden, daß er ausgespannt nach a und b reicht und führt nun, mittelst desselben den Zeichenstift von a (durch e, m, é, b und n) nach a zurück und somit um beide feste Stifte gänzlich herum, so erhält man eine der in Fig. 14 vorliegenden wesentlich gleichende Ellipse, die außerdem als Kegelschnitt erhalten wird, wenn man einen Kegel nicht parallel seiner Grundfläche, sondern davon unter einem größeren oder kleineren Winkel abweichend (und mithin mit der durchschnittenen Kegel-Axe keinen rechten, sondern einen schiefen Winkel machend) durchschneidet; oben S. 1617. Die große Axe ab wird, im Mittelpunkt c, senkrecht durchschnitten von der kleinen Axe mn, während F und f die beiden Brennpunkte der Ellipse nachweisen; je zwei, aus diesen Punkten auf irgend einen Punkt der Umfangs-Linie ambna gezogene gerade Linien, haben, zusammen genommen, die Länge der großen Axe, wie denn z. B. Fe + fe, und ebenso Fé + fé, Fi + fi und aF + Fb = ab ist. — Kepler that in seinem 1609 erschienenen Commentar. de motibus stellae Martis etc. zuerst dar, daß die Planeten sich in Ellipsen bewegen, in deren einem Brennpunkte die Sonne sei. Zugleich zeigte K. darin nach, daß die aus dem Mittelpunkt der Sonne in den Mittelpunkt des Planeten gezogene Linie (der Radius Vector) in gleichen Zeiten gleiche elliptische Ausschnitte (Sectores ellipticos) oder Flächenräume beschreibe, und daß die Quadrate der Bewegungs-Geschwindigkeiten der Planeten sich verhalten: wie die Würfel ihrer Entfernungen von der Sonne. Die Linie ab (die Axe der Ellipse), die aus dem Planeten durch die Sonne geht, nannte K., da sie jene beiden Punkte durchstreicht, in welchen die Planetbahn der Sonne am nächsten und am fernsten liegt (Perihelium und Aphelium), die Apsiden-Linie; ist die Sonne in F und der Planet in a, so ist letzterer in seiner größten Sonnen-Nähe; befindet er sich in b, so bewegt er sich in seiner größten Sonnen-Ferne. Vergl. S. 243 u. 268.

Fig. 15. Eine nur mit einer Rolle versehene Fallmaschine, deren um die Rolle gelegte Schnur an jedem Ende mit einem messingenen Cylinder (p und p') verbunden ist, von denen p mit kreisrunden Messinggewichten verschiedener Dicke (und daher verschiedenen Gewichts)

dadurch gleichmäßig belastet werden kann, daß jedes dieser Gewichte am Rande einen bis zur ausgeschnittenen Mitte reichenden Ausschnitt darbietet; man schiebt das Gewicht in wagrechter Richtung so lange mit dem Ausschnitt, bis die diesen durchstreichende Schnur die Mitte des mittleren kreisrunden Gewichtsausschnitts (der etwa 1 bis $1^1/_4$ Linie Durchmesser hat) erreicht, da dann das Gewicht den Cylinder gleichmäßig belastet und diesen zum Sinken bringt. Sinkend durchfällt er ungehindert r, läßt dabei aber auf der durchlöcherten, zu r gehörigen Scheibe das Gewicht zurück, da dessen Umfang zu groß ist, um sein Mit-Hindurchfallen gestatten zu können. Der Cylinder fährt daher zu fallen fort, bis er auf den Untersatz s aufschlägt. Sowohl das Aufschlagen des Gewichtes auf r, als dieses des Cylinders auf s hört man, und hat man mittlerweile durch ein Pendel, die durch Anschlagen eines oben an demselben befindlichen Hammers an eine metallene Glocke hörbaren Pendelschwingungen gezählt, so hat man damit die während des Fallens verstrichene Zeit gemessen, und da r in verschiedenen Höhen angeschraubt werden kann, so kann man z. B. sehr wohl vergleichen: wie viel Zeit verbraucht wurde, um den belasteten Cylinder durch 3 halbe Fuß (oder durch 4 ꝛc.), und dann unbelastet bis zu s fallend sich bewegen zu lassen, indem das ganze Gestell BC in gleich große Längentheile, z. B. in halbe Fußlängen getheilt erscheint, da sich dann nicht nur ergiebt: daß die Fall-Bewegung eine gleichmäßig beschleunigte ist, sondern auch: daß die durchfallenen Räume sich verhalten: wie die Quadrate der Zeiten; S. 1874. Statt der einen Rolle läßt man die Schnur zweckmäßiger über zwei leicht bewegliche Räder hinweggleiten. Zu dem Ende fällt der Arm A weg, dagegen ist aber oben, bei C, Raum genug, mittelst einer passenden Vorrichtung die Axen beider Räder so zu befestigen, daß letztere einander in der Richtung von C nach A, folgend, genug Spielraum behalten, sich um ihre Axen ungehindert bewegen zu können. Die Schnur läuft dann mit dem einen, nur mit dem zugehörigen Cylinder belasteten Ende hinterwärts, außerhalb BC bei C gegen B hin mit dem anderen, mit Cylinder und Gewicht belasteten, gegen r hin herab. Man beschleunigt gleichmäßig den Fall dieses zweiten (p′) Cylinders, beliebig durch Vermehrung der Aufleg-Gewichte (weil man dadurch den Widerstand der Luft mehr und hiedurch zugleich schneller überwindet. Eine Einrichtung der Art bietet die von Fischer verbesserte Atwood'sche Fallmaschine dar; Gilbert's Ann. XIV. 1 ff.).

Fig. 16. Genau betrachtet, bewegt sich das in Kreisbogen-Theilen schwingende Pendel (S. 269, vergl. mit S. 38 ff. 40 ff. und 45) abwärts ungleichförmig beschleunigt, aufwärts ungleichförmig verlangsamt, und Gleiches gilt aus ähnlichen Gründen, im geringeren Maaße auch von der gegen die Räder ungleichen Druck übenden, und von den schwebenden Cylindern ungleichen Zug und dadurch ungleiche Span-

nung erleidenden Schnüren der Atwood-Fischer'schen Fallmaschine. Wäre es dem schweren Punkte a (Fig. XVI.) gestattet, frei zu fallen, so würde er, der Eckstrich- (Gere- oder Diagonal-) Richtung des Parallelogramms admba folgend, binnen gewisser Zeit m fallend erreichen; es erfolgt aber die Mittelkraft am aus der den Faden ca spannenden Kraft ab (die gemäß dieser Spannung hier bewirkt, was beim Fall auf der schiefen Ebene der Druck leistet), und aus der tangentialen Kraft ad, die den schweren Punkt, wirkte sie frei, in dem Augenblick, als er a erreicht in der Richtung der Tangente fortbewegen würde. Erreicht nun aber der schwere Punkt a', so ist diese treibende Kraft sichtlich a'd' kleiner, als jene von a aus wirkende es war, und je weiter abwärts, um so mehr wird sie vermindert, bis sie endlich in a'' = o ist, weil hier die ganze Kraft am zur spannenden wird, während es in a''' die spannende war. Zugleich zeigt sich, daß die tangentiale Kraft ad zur Mittelkraft sich verhält, wie der Sinus des Erhebungs- oder Elevations-Winkels zum Halbmesser (Radius) oder Sinus totus; es ist nämlich (vorausgesetzt, daß am parallel ca'') der Winkel bam gleich dem Erhebungswinkel aca''. Nimmt man nun am für den Radius, so ist b'm der Sinus des Winkels bam; da dann bm = ad die tangentiale, am die Mittelkraft bedeutet und erstere zu letzterer sich verhält, wie ad : am, und somit wie der Sinus bam (oder Sinus aca'') zum Radius. Da übrigens vom Punkte d' oder vielmehr e'' an die Geschwindigkeit in gleichem Maaße abnimmt, wie sie bis dahin zugenommen hatte, so steigt der schwere Endpunkt a durch die ihm nun von Bahnpunkt zu Bahnpunkt entgegen wirkende Erdschwere ebenso verlangsamt (war er von a''' ausgegangen: bis e) aufwärts, als er zuvor beschleunigt bis a'' gefallen war; in beiden Schwingungsbahn-Theilen, ist es aber die sog. Trägheit, welche allen Einwirkungen der Schwere: Beharrung verleihet. Die Bewegung des schweren Punktes vom Erhebungspunkt bis zum tiefsten und (bei ungehinderter Bewegung) von hier aus hinauf bis zu dem gegenseitig gleich hohen (z. B. von a''' bis a'' und von hier aus bis e), heißt eine ganze Schwingung oder Oscillation und die darauf verwendete Zeit die Schwingungsdauer (oder Schwingungszeit). Auch pflegt man die ganze Schwingung eine einfache und mit der Rückbewegung z. B. von e zu a''' eine zusammengesetzte Schwingung zu nennen, oder auch die von einer Seite zur anderen eine halbe, die sog. zusammengesetzte eine ganze, was jedoch gegen den fast durchgängig anerkannten Sprach-Gebrauch verstößt. Wirken auf beiden Seiten des Pendels ca'', in der Nähe von c Metallbügel auf den Pendelfaden anziehend, so verändern sie dadurch die Kreisbogen-Schwingung in eine Radlinien-Schwingung und dergleichen Pendel schwingen dann tautochronisch (vergl. S. 1874), d. h. sie durchschwingen — vorausgesetzt, daß ihre Längen unverändert

bleiben, große Bogen genau in derselben Zeit, in welcher kleine und kleinste Bogen von ihnen durchschwungen werden. Bei dem einfachen (oder mathematischen) Pendel — wie solches z. B. die Linie ca″ andeutet, falls man sich dieselbe unbiegsam und überhaupt seiner geradlinigen Länge nach unveränderbar, so wie am Endpunkte a″ schwer und am Aufhängepunkte c als um denselben beweglich denkt — würden, durchliefe es unendlich kleine Bogen: Länge L, örtlich einwirkende Schwere G und Schwingungs-Dauer T Größen sein, von welchen je zwei die dritte bestimmen; für kleine Erhebungs-Winkel ist $T = \frac{1}{2}\pi \sqrt{\frac{2L}{G}}$. Auf allen in jenem Kreise, in welchem das Pendel schwingt, denkbaren Sehnen (wie mehrere dergleichen, z. B. in Fig. 17, durch die geraden Linien AB, AM, MD ausgedrückt worden) würden, als auf schiefen Ebenen, verbrauchen: Reibungs- und Widerstands-lose schwere Kugeln, zum Herabrollen gleiche Zeiten und zwar dieselbe Zeit, in welcher sie frei fallend den Kreis-Durchmesser (AD; Fig. 17) durcheilen. Kürzerer Zeitverbrauch würde jedoch für eine dergleichen Kugel eintreten, wenn sie statt einer Sehne einen Bogen-Theil, z. B. statt der Sehne MD den ebenso benannten Bogen zu durchfallen hätte. Wo die Schwere gleich stark einwirkt, dort verhalten sich auch (bei sogenannten zusammengesetzten, d. i. physischen Pendeln, abgesehen von Reibung und Widerstand) die Schwingungs-Dauern oder Zeiten ungleich langer Pendel: wie die Quadratwurzeln aus den Pendel-Längen (und diese — s. oben — wie Quadrate der Schwingungs-Zeiten). Ein mathematisches Pendel, das, in unendlich kleinen Bogen schwingend, für eine ganze Schwingung eine Secunde Zeit erfordert, ist ein wahres Secunden-Pendel; würde es, um an zwei verschiedenen Orten auf eine ganze Schwingung eine Secunde Zeit zu verbrauchen, hinsichtlich seiner Länge verändert werden müssen, so würden die Unterschiede dieser Längen gleich sein den Verschiedenheiten der Größen der an beiden Orten wirkenden Schwere, und fänden sich dergleichen Unterschiede der Schwere, an ein und demselben Orte zu verschiedenen, einander folgenden Zeiten, so würden sie hinweisen auf entsprechende Massengrößen-Aenderungen der dortigen sog. Erdrinde.*) — Multiplicirt man die Länge des wahren Secunden-Pendels mit 9,8696, so

*) Wodurch man daher erfährt, ob die Erdmasse unterhalb ihrer Oberfläche sich vermindert oder vermehrt hat. Beträchtliche, innerhalb gewisser Zeiträume, z. B. vulkanisch entstandene Höhlungen würden sich solchen Weges finden und ihrer Größe nach ohngefähr schätzen lassen. Schwingende Pendel der seitlichen Einwirkungen verschiedener Berge ausgesetzt, würden solchen Weges z. B. selbst bis dahin ungekannte Höhlungen erloschener Vulkane, Bestand der Bergmasse aus nur taubem, oder statt dessen aus erzreichem Gestein nachzuweisen in den Stand setzen; oben S. 1868 ff.

erhält man die Fallhöhe des Ortes: in der ersten Secunde des durchaus freien (ungehinderten) Falles; die um so größer ist, je weiter der Ort vom Aequator. Vermöchte man solche Fallhöhe durch den Versuch mit hinreichender Genauigkeit zu ermitteln, so würde sich daraus umgekehrt: die Länge des dem Orte zukommenden wahren Secunden-Pendels finden lassen, da ersteres aber nicht wohl möglich ist, so bleibt nichts übrig, als die Länge eines physischen Secunden-Pendels, mittelst einer erprobten astronomischen Uhr durch Versuche zu bestimmen. Man kann nämlich jedes physische Pendel betrachten als ein: aus unzählig vielen schweren, daher fallenden Theilchen oder vielmehr als ein aus unendlich vielen einfachen Pendeln bestehendes betrachten, das nothwendig schneller schwingt, als ein ebenso langes mathematisches, weil der Gang seines untersten schweren Punktes durch die höher liegenden Punkte (Theilchen) beschleunigt wird. In jedem dergleichen Pendel giebt es aber, wie Huyghens zuerst fand und finden lehrte, einen Mittelpunkt der Schwingung, der sich bei Pendeln, deren Schwerpunkt durch verschiebbare, die Pendelstange umfassende und mittelst Schrauben festigungsfähige (messingene) Linsen leicht nachweisen läßt.*) Von diesem Schwingungs-Mittelpunkt bis zum Aufhänge-Punkt, ist die Länge des physischen Pendels gleich der des einfachen.**) Versieht

*) In einer um ihren Aufhängepunkt pendelartiger Schwingungen fähigen, überall aus gleichgeartetem Stoff bestehenden und durchgängig gleich große Querschnitte zulassenden Stange, liegt der Schwingungs-Mittelpunkt um $2/3$ ihrer Länge von ihrem Aufhängepunkt abwärts. Bei einem, an einem Faden befestigten und so schwingenden, möglichst gewichtigen (am besten: Platin-) Kügelchen das nicht über 2,5 Linien Durchmesser hat, fällt er mit dem Mittelpunkt des Kügelchens sehr nahe zusammen, auch wenn der Faden nur 3″ Länge hat.

**) Beobachtet man z. B. mittelst einer guten astron. Uhr: wie viel Zeit jede einzelne Schwingung von 10,000 Schwingungen verbraucht, summirt diese Zeitdauern und dividirt sie durch 10,000, so erhält man eine Zeitdauer, die, war bei den Beobachtungen Größe des Erhebungswinkels, Stand und Einfluß des Thermometers und Barometers gehörig gemessen und mit in Rechnung genommen worden, sich als die dem Pendel von gegebener Länge zugehörige erachten läßt. Einige Astronomen bedienten sich hiezu eines von einer kleinen Zange (Pincette) gehaltenen Silberdrahts (der jedoch, als solcher schon an sich, durch sein eigenes Gewicht streckbar ist), an dem ein doppelter Kegel, mit seiner Axe senkrecht hing; Andere schraubten an das untere Ende einer Pendelstange eine Kugel, während sich am oberen Ende eine Axe befand, die mit scharfer Schneide einer Ebene auflag und mittelst einer besonderen mechanischen Vorrichtung, durch Einwirkung eines Gewichtes, ganze Tage hindurch in gleich großen Schwingungen erhalten wurde. Statt der Kegel oder Kugel ist jedenfalls vorzuziehen ein scharfkantige, mit ihrer Kante in der Schwingrichtung schwebende Linse und eine rostförmig zusammengesetzte, dadurch die ausdehnende Wirkung der Tageswärme möglichst beseitigende, ebenfalls links und rechts scharfkantige Stange. Ist dabei die Linse an der Stange auf- und abwärts verschiebbar und durch eine passende Schraube leicht zu befestigen, die Stange zugleich aber auch am oberen Ende möglichst leicht beweglich, und die Wärme des Beobachtungsortes,

man eine Pendelstange mit zwei Schneiden, die von einander um die Länge des einfachen Pendels fernen, und von denen jede (die obere wie die untere) von dem zugehörigen Stangen-Ende um ebenso weit absteht, als die andere, und bringt man zwischen diesen beiden Schneiden zugleich ein verschiebbares Laufgewicht an, um den Schwingungs-Mittelpunkt genau in ein oder das andere Ende des einfachen Pendels beliebig versetzen zu können, so hat man damit ein sog. Reversions- oder Umkehrungs-Pendel (vgl. S. 1642), das in der gegebenen, wie in der umgekehrten Schwebe, bei gleichem

---

während der Gesammt-Schwingungsdauern möglichst dieselbe, und ebenso auch der Barometerstand (und mithin auch der Luftwiderstand), so sind damit die: Schwingungs-Abweichungen erzeugenden Einflüsse möglichst beseitigt. Das rostförmige Pendel (S. 1642) besteht gewöhnlich aus drei parall. Stahlstäben, einem mittleren, an dessen unterem Ende sich die Linse befindet, einem äußersten zur Linken und einem dergleichen zur Rechten; zwischen je zwei dieser Stahlstäbe befindet sich eine ihnen parall. Zinkstange, von denen die eine mit der äußersten linken, die andere mit der äußersten rechten Stahlstange durch messingene Querstäbchen verbunden ist (so daß also die mittlere Stahlstange hier, an diesem unteren Ende frei bleibt); weiter aufwärts sind sämmtliche Stangen, in zwei verschiedenen Höhen durch dergleichen messingene Querstäbe also unverschiebbar, daß hier zugleich die Zinkstangen und die mittlere Stahlstange enden, während die beiden äußersten Stahlstangen, höher hinauf ragend, oben durch einen dritten messingenen Querstab gefestigt erscheinen, dessen Mitte zugleich mit der Vorrichtung zum Aufhängen des ganzen Pendels versehen ist. Da die Zinkstäbe durch gleiche Anwärmung sich beiläufig 2 Mal so stark ausdehnen, wie Stahl, so wird daher, sind sonst die Stäbe im gehörigen gegenseitigen Größenverhältniß, die durch die Ausdehnung der Stahlstäbe gesenkte Linse, durch die der Zinkstangen wiederum um ebenso viel gehoben. Statt solchen Rostes gleicht man auch, bei anderen Pendeln den Wärme-Einfluß durch laufendes Mercur aus. Man festigt nämlich an eine stählerne Pendelstange ein Gefäß mit Mercur; indem letzteres sich ausdehnt, steigt es in dem Gefäße zu größerer Höhe an, erhöhet damit aber den Schwingungs-Mittelpunkt und gleicht so an dem das einfache Pendel vertretenden Stangen-Theil, ihn gleichsam kürzend wieder aus, was der Stange durch Erwärmung an Verlängerung zugekommen war. Aehnliches gewährten auch, Martin zufolge, gleich lange messingene und eiserne, fest zusammengeschraubte, an ihren Enden abgerundete Stäbe, die auf den unteren Theil der Pendelstange, ohnfern der Linse, senkrecht gegen die Stange (also querüber) gerichtet, befestigt worden; da das, die obere Lage bildende Eisen sich durch Wärme weniger ausdehnt, als das Messing, so wird es hohlgekrümmt, was Hebung kleiner Gewichte (und damit Erhöhung des Schwingungs-Mittelpunkts), die sich an den Enden des Eisenstabes befinden, zur Folge hat. — Eine Stahlstange ließ sich übrigens vielleicht ohne Schneide ꝛc. und überhaupt ohne mechanische Festigung vollkommen beweglich aufhängen, wenn ein unten passend abgerundeter magnetischer Pol, oben lothrecht befestigt, lediglich durch seine Anziehung zum oberen Ende der Stahlstange, senkrecht schwebend erhalten würde. — In ähnlicher Weise, wie in diesem Falle die Pendelstange um den Magnetpol beweglich erscheint, ohne mit demselben räumlich verbunden zu seyn, so scheinen auch bei jedem sehr biegsamen Stoff (z. B. bei tropfbaren, deßgleichen bei den weichen Metallen, alle starren Ur-Theilchen, ohne alle räumliche Vereinigung, lediglich durch ihre gegenseitige, über ihre eigene Grenze in unmeßbar kleine Fernen hinauswirkende Anziehung verschiebbar an einander zu hängen.

— 4 —

Erhebungswinkel, jedesmal gleich viel Schwingungen macht und das daher in den Stand setzt, die Secundenpendel-Länge genau zu finden; vgl. S. 1642 ff., 1887. Als Galilei zur Auffindung des Fall-Gesetzes zunächst des Wassers sich bediente, um das freie Fallen schwerer Körper gleichmäßig verlangsamt vor sich gehen und dadurch meßbar zu machen, kam er, da dieses Mittel Genauigkeit im Beobachten nicht zuließ, zu gleichem Zwecke mit gewünschtem Erfolge auf die Benützung des Pendels.*) Huyghens verbesserte es 1656 und benützte es dann als Zeitmesser, und gab so Veranlassung zur Erfindung der Pendel-Uhren.**) Daß Zunahme der Erdumschwungs-Schnelle die Wirkung der Erd-Schwere schwäche, erfuhr Richer, französischer Astronom, als er, im Jahr 1672, fand, daß sein in Paris täglich 86,400 Mal schlagendes Pendel, in Cayenne nur 86,280 Mal schlug, während Maupertuis' Pendel, das in Paris innerhalb eines Sternentages (S. 243) 86,341 Mal geschlagen hatte, dann in ebenso viel Zeit in Pello in Lappland, dergleichen Schwingungen 86,400 gewährte. Bouguer fand 1738 und in folgenden Jahren die Secundenpendel-Länge am Meere zu Quito in Peru gleich 439''',10; auf dem Pichinchá dagegen, d. i. in einer Höhe von 14,604 Pariser Fuß über dem Meere nur 438''',69; vergl. oben S. 1869. — Ein ruhendes Pendel gleicht wesentlich einem Bleiloth der Maurer ꝛc. Ueber den Einfluß des west-östlichen Erdumschwungs auf Körper, die aus beträchtlichen Höhen frei fallen, so wie über die Ablenkung der Bleilothe durch einseitig anziehend einwirkende große Felsmassen***) ꝛc. s. a. a. O. Anm. Zwei in beträchtlichen Abständen aus gleichen Höhen frei fallende Körper, beschreiben nicht einander parallele Bahnen, sondern, da beide Bahnen dem Erdschwerpunkte zugewendet sind, so nähern sich ihre Fallrichtungen unterwärts gegenseitig um so merklicher, je weiter sie zuvor oberwärts von einander fernten. — In Beziehung auf

---

*) Galileo Galilei; dessen Opere. Firenze 1718. II, 429. 4. und Evangelista Torricelli de motu gravium naturaliter descendentium et projectorum. Florent. 1641. 4. Galilei's Versuche fallen in die Jahre 1636 ff.

**) Dessen Horologium oscillatorium. Paris 1673. Fol. Genauen Beobachtungen und Berechnungen zufolge beträgt, unter beigesetzten geogr. Breiten, die Secundenpendel-Länge und die freie Falltiefe, im Pariser Fuß- ꝛc Maaß ausgedrückt, in der ersten Zeitsecunde die darunter bezeichneten Längemaaß-Größen:

Beobachtungsort	Geogr. Br.	Secundenpendel-Länge.	Fallraum der 1. Sec.
unter dem Aequator .	0⁰—0'	36'' 7''',21	15',051
zu Paris	48—50	— 8,64	— 101
zu Pello in Lappland	66—48	— 9,17	— 118
auf Spitzbergen . . .	79—50	— 9—40	— 126

***) Maskelyne stellte hieher gehörige Versuche im Jahr 1774 am Berge Shehallien in Schottland an; es wiesen diese Versuche nicht nur die in die Ferne Anziehung schwerer Massen nach, sondern sie zeigten auch, daß große Bergmassen die Richtung der Schwere nach dem Erdschwerpunkt etwas abändern; S. 1869 Anm.

Fig. 17 noch die Bemerkung, daß für den schweren Punkt D des Pendels CD Ruhe nur möglich ist, wenn er sich senkrecht unter dem festen Aufhänge- und Dreh-Punkt C befindet, der in der Fig. zugleich den Mittelpunkt eines Kreises darstellt, zu welchem der Bogen ABMD als Halbkreis gehört. Im Metronom (S. 1642. 1655), das, seiner Kürze ohngeachtet, doch ganze Secunden (und auch längere, wie kürzere Zeitdauern) zu schlagen vermag, geht die Verlängerung des Pendels über den Drehpunkt (über C nach A zu) hinaus, wo es, wie am unteren Ende (bei D) mit einem Gewichte versehen erscheint, das jedoch kleiner als das untere und zugleich verschiebbar ist. — Uebrigens stellt die punktirte Linie B, fortgesetzt bis zu dem Punkt, wo sie den Durchmesser AD schneidet, eine halbe Ordinate (S. 610 Anm.) des Halbkreises dar. — Bezeichnet man den Durchmesser AD eines Kreises, zu welchem ABMD als Halbkreis gehört, mit a, die Sehne AB mit s, und den durch den Halbbogen AB gemessenen Winkel (und ebenso auch jenen durch den Halbbogen MD gemessenen Winkel MDE) mit O, so wie die zum freien Durchfallen von a erforderliche Zeit durch T und die zum Durchfallen von s verbrauchte mit t, so hat man zuvörderst $\tau = \sqrt{\frac{a}{g}}$ und $t = \sqrt{\frac{s}{g. \sin O}}$. Da nun aber $s : a = \sin O : 1$, so folgt $\frac{s}{\sin O} = a$ und mithin $t = T$, d. i. die Fall-Zeit durch die Sehne AB ist gleich jener des freien Falles durch den Durchmesser AD, und da sich Gleiches von allen Sehnen beweisen läßt, so folgt: daß ein von A aus Fallendes alle Sehnen des Kreises in gleichen Zeiten durchfällt.

Fig. 18: vgl. 729 ff. u. S. 1886. Die in gleicher Höhe mit dem Punkte D, am äußersten Linien-Ende oberhalb M beginnende Radlinie (Cykloide; S. 1617 u. 1887). MEA geht hervor, wenn der DA (= a) zum Durchmesser habende Kreis an einer geraden Linie sich wiederholt überschlägt; das schwere Punkt, und so jedes Fallende, durchfällt dabei jeden Bogen (also den von . M, ME, EA ꝛc., aber auch den durch eA angedeuteten unendlich kleinen) in gleicher Zeit; nämlich in der Zeit $= \frac{1}{2} \pi \sqrt{\frac{a}{g}}$. Ueber Bedeutung des π s. S. 611 Anm. Jene Gleichzeitheit des Falls durch verschiedene Bogen der Radlinie entdeckte Huyghens; a. a. O. Aber es ist die Fallzeit, durch diese Linie nicht nur die gleichheitlichste, sondern zugleich auch die verhältlich kürzeste, weshalb sie auch die Linie des kürzesten Falles (Brachystochrona) genannt wird.

Fig. 19; s. oben S. 1875. Fig. 20; vgl. 109 Anm. u. 619. Bezeichnet abcd die für einen geworfenen Körper beabsichtigte Richtung, so wird derselbe von dieser gleich von vorn her durch die Fallrichtung erzeugende Erd-Schwere abwärts gelenkt und geht daher, da deren

Zuggewalt sich in jedem kommenden unendlich kleinen Zeittheilchen erneuet, während in Folge der Trägheit nicht nur die beabsichtigte und beim Anheben des ersten Zeittheilchen annoch ungeschwächte Wurfrichtungs-Gewalt, ebenso aber auch die erste und jede folgende Erd-Zuggewalt, vermöge der Trägheit verbleiben, bis endlich, wenn der Körper in t angelangt ist, die unerneuet gebliebene, nur einmal entwickelte Wurfgewalt durch die Gegenwirkung der Erd-Zuggewalt gänzlich aufgehoben wird. Statt daher durch die gleichen Räume ab = bc = cd = ab fortzugehen, bewegt er sich Bahnpunkt für Bahnpunkt mittelkräftig in einer von jeder vorhergehenden abweichenden, neuen Eckstrich-Bahn oder Gere (S. 1871) und durchfällt, ist sein Gesammtfallraum der ersten Zeitsecunde = am, in der zweiten mn = 3am und in der dritten durch no = 5am, und gelangt daher mit dem Ablauf der ersten Secunde nicht nach b, sondern senkrecht darunter in der Entfernung br = am an, desgleichen am Ende der zweiten Secunde in 4mal größerer Entfernung os = an senkrecht unter c und nach Durchdauerung der dritten Secunde, zu dem 9mal weiteren Abstande dt = ao senkrecht unter d an. Die also beschriebene Fall-Linie arst ist eine Parabel, *) in welcher die Abscissen (am, an, ao) so wachsen: wie die zweiten Potenzen der Ordinaten (mr, ns, ot, vergl. S. 610 u. 1875). Es verhalten sich aber am : an : as wie $1 : 4 : 9 = 1^2 : 2^2 : 3^2$ und mr : ns : ot wie 1 : 2 : 3, mithin am : an : ao = $mr^2 : ns^2 : at^2$.

Fig. 21; vergl. S. 610. Ein in der Richtung ab ꝛc. geworfener Körper bewegt sich, der andauernden, sich erneuenden Schwere-Einwirkung gemäß (wie bei Fig. 20 erläutert worden), statt die Höhen bcd und e zu erreichen durch die senkrecht darunter befindlichen, in Verbindung a die Parabel arstu darstellenden Punkte rst und u. Zieht man von der Abscissen-Linie ap aus m, n, o und p gerade Linien zu jenen Punkten, so stellen diese geraden Linien die zu den Abscissen am, an ao und ap gehörigen Ordinaten dar. Es verhalten sich aber am : an : ac : ap wie $1 : 4 : 9 : 16 = 1^2 : 2^2 : 3^2 : 4^2$ und mr : ns : ot : pu wie 1 : 2 : 3 : 4, daher auch am : an : ao : ap = $mr^2 : ns^2 : ot^2 : pu^2$, woraus dann weiter folgt: daß ein widerstandslos wagrecht geworfener Körper in derselben Zeit zur Boden-Berührung gelangen würde, als Solches der Fall wäre, ließe man ihn aus gleicher Höhe frei herabfallen. — Der Widerstand der Luft ändert jedoch die Fall-Richtung des schief aufwärts geworfenen Körpers dahin ab, daß sie

*) Auch Galilei'sche Parabel oder halbe Parabel genannt; weil Galilei in seinem Dialog. de Motu erwies, daß im sog. leeren Mittel (widerstandslos) wagrecht und ebenso auch schief aufwärts geworfene Körper eine (letztere eine ganze) halbe Parabel beschreiben. Die Quadratur derselben zeigte zuerst Archimedes. In einer Parabel ist das Quadrat der halben Ordinate so groß, als das rechtwinklige längliche Viereck (Rectangulum) aus der Abscisse in eine unveränderliche, Parameter der Parabel genannte Linie; oben a. a. O.

sich einer lothrechten Linie mehr und mehr nähert, ohne jedoch mit ihr zusammen zu fallen; eine dergleichen lothrechte Linie nennt man eine senkrechte Asymptote.

Fig. 22; vergl. S. 614. Würde eine federharte Kugel in der Richtung FC gegen die unbewegliche Ebene ACGB geworfen, so würde sie, abgesehen vom Einfluß der Erd-Schwere und des Widerstandes des Mittels, dort eine dem Stoffe (d. i. dem Druck, oder vielmehr: Gewichte, multiplicirt mit der Wurf-Geschwindigkeit) und ihrer Federhärte (Elasticität) entsprechende Zusammenpressung erleiden, vermöge welcher sie nach beendetem Zusammendruck, im gleichen Kraftverhältniß in der ihrer Wurf-Richtung senkrecht entgegengesetzten Richtung eine Wiederausdehnung erführe, welche sie in derselben, gegen die Ebene senkrechten Richtung und mit derselben Geschwindigkeit, abprallend zu dem ersten Ausgangspunkt zurückkehren machte. Die Kugel würde übrigens in diesen, wie in allen übrigen hieher gehörigen Fällen, durchgängig nur von ihrem Mittelpunkte aus (der bei ihr, als Kugel, aus durchgängig gleichem Stoff und gleicher Dichte, zugleich ihr Schwerpunkt ist) gewirkt haben, weshalb man sie in Gedanken auch: durch einen frei beweglichen schweren Punkt vertreten lassen kann. Wäre dagegen solcher Punkt gegen die Ebene nicht recht-, sondern schief-winkelig geworfen worden, so würde auch, beim Berühren der Ebene und unmittelbar nach demselben, die Zusammenpressung und Wiederausdehnung, erstere in dem Einfallswinkel entsprechender und letztere in entgegengesetzter Richtung erfolgt sein, und letztere dadurch: Abprallung unter ebenso großem Winkel, aber nach entgegengesetzter Seite hin, zur Folge gehabt haben. Aehnliches gilt nun, erfahrungsgemäß, nicht nur von federharten (z. B. elfenbeinernen, gegen eine Billiard-Bande gestoßenen) Kugeln, sondern zugleich auch von jenen Wellen-Folgen (gereiheten Wellen) welche in den sog. stralenden Potenzen, in den Licht- und Wärme-Stralen, und ebenso auch in denen des fortgepflanzten Schalles gegeben sind; wie Solches Fig. 22 nachweisen läßt. Gegen die ebene Spiegelfläche ACG ist FC, als Einfalls- oder Neigungs-Loth (Cathetus incidentiae) senkrecht, so daß also diese Linie mit gedachter Ebene durchgängig einen rechten Winkel macht. Stralen, welche von D (oder von E) aus in C einfallen, werden nach der entgegengesetzten Seite hin unter gleich großem (mit CF spitzen) Winkel nach E (oder fielen sie von E aus ein nach D) hin zurückgeworfen, unter welchem sie zuvor einfielen; der Einstralungs- oder Einfalls-Winkel (Angulus incidentiae) DCF ist dem Rückstralungs- oder Rückwerfungs-Winkel (oder Reflexions-Winkel Angulus reflexionis) ECF gleich. Uebrigens werden auch jene Winkel, welche der einfallende Stral (Radius incidens) und der zurückgeworfene (R. reflexionis) mit der spiegelnden Ebene selber machen, also die Winkel DCA und ECG oder

o und x (d. s. die sog. Complemente von u und y) mit den erwähnten Benennungen belegt. Jene Ebene, in welcher beiderlei Winkel gebildet werden, ist zur Ebene ACG senkrecht; in Beziehung auf die ihr vorgehende Spiegelung wird der diesem Vorgange zugehörige Theil derselben die Spiegelungs- oder Reflexions-Ebene genannt. Eine gerade Linie, welche vom Punkte E nach G lothrecht (perpendicular) gezogen oder gedacht worden, heißt das Spiegelungs-Loth oder der Reflexions-Perpendikel (Cathetus reflexionis). Läßt man, durch eine enge Oeffnung, einen sog. Lichtstral in ein finsteres Zimmer fallen, so kann man mittelst eines ebenen Spiegels obige Gesetze leicht und vollständigst veranschaulichen; wie man überhaupt mittelst solchen Strales sich in den Stand gesetzt sieht, alle Gesetze der Spiegelung (von ebenen, wie von einwärts oder auswärts gekrümmten Spiegeln) der Brechung, Beugung (Diffraction oder Inflexion; Inflexio radiorum luc.) und Interferenz, so wie der sog. Farbenzerstreuung, der Polarisirung rc. rc. des Lichtes, in anschaulichster Weise versinnlichen zu können.*) Ebene Spiegel ändern nur den Weg, nicht die gegenseitige Lage mehrerer, gleichzeitig in denselben Spiegel einfallender Stralen oder sog. Stralenbündel; waren diese parallel, so bleiben sie es auch bei der Rückwerfung, und Gleiches gilt von jedem Winkel ihrer einander zuwärts oder abwärts gerichteten (convergirenden oder divergirenden) Einzelnstralen. Senkrecht einfallende Stralen befolgen entweder die Richtungslinie des Einfallsloths, oder treten derselben gleichlaufend ein, können also mit demselben keinen Winkel einschließen; Gleiches gilt auch von denen innerhalb der Are (aber nur in dieser) senkrecht einfallenden der hohl, wie der erhaben gekrümmten Spiegel. Ebene Spiegel gewähren nur sog. geometrische oder scheinbare Bilder, die in dem Spiegel, nicht vor ihm gesehen werden, deren Stellung, Größe rc. übrigens, wie bei den gekrümmten Spiegeln, sowohl von der Nähe und Lage des Gegenstandes, als auch von der Stellung des Spiegels abhängig ist. In Bezug auf die ebenen Spiegel in dieser Hinsicht hier noch Folgendes:

α) Es sei in E ein leuchtender Punkt vor dem Spiegel ACG; befindet sich das Auge des Beobachters in derselben denkbaren geraden Linie EG, jedoch hinter E, also von G etwas weiter entfernt als E, so sieht es das geometrische Bild des leuchtenden Punktes so weit hinter G in dem Spiegel, als G von E fernt. In einer zweiten Stellung befinde sich das Auge in D, während von dem Leuchtpunkt E Stralen

*) Während die Dioptrik die Lehre von der Brechung (sammt Beugung rc.) zum Gegenstande hat, umfaßt die Catoptrik Alles, was zur Spiegelung gehört und darauf Bezug hat. Unter Optik hingegen versteht man den Inbegriff alles dessen, was überhaupt von Lichtstralung rc. gesetzlich nachgewiesen worden. — Jeder Punkt einer spiegelnden Ebene, wirft das Licht von allen Punkten eines leuchtenden oder beleuchteten Gegenstandes zurück.

nach C gelangen; so scheint das geometrische Bild aus einem Punkte zu kommen, der einer Linie angehört, welche als Verlängerung von DC gedacht, mit jener Linie (ihre weitere Verlängerung schneidend) zusammentrifft, die in dem ersteren Versuche hinter G mit dem geom. Bilde von E endete; dort, wo diese Kreuzung beider gedachter Linien scheinbar im Spiegel erfolgen müßte, dorthin (in diese verlängerte Richtung von DC und EG) sieht man von D aus das geom. Bild im Spiegel.*) Will Jemand sein eigenes ganzes Bild im lothrecht aufgestellten Spiegel sehen, so muß der Spiegel wenigstens halb so lang (hoch) und halb so breit seyn, als der Hineinschauende. So weit der Gegenstand vor dem Spiegel von diesem fernt, so weit zeigt sich auch das Bild des Gegenstandes hinter dem Spiegel. Daß die rechte Seite des Gegenstandes im Spiegel links, und die linke rechts erscheint, folgt aus dem Obigen.

β) Ist ein ebener Spiegel unter einem Winkel von 45° gegen die Horizontal-Ebene geneigt, so erscheint ein vor demselben aufrecht stehender Gegenstand liegend, ein liegender stehend; wie der sog. Spiegel- oder Guck-Kasten, die tragbare Camera obscura (S. 1661, 1666 Anm. u. 1673) und Rheinthaler's Camera clara**) nachweiset. Läßt man auf wagerechter Tafel Kugeln senkrecht gegen den Tafelrand hin und her rollen, so scheinen sie in dem um 45° geneigten Spiegel abwechselnd senkrecht an zu steigen und ebenso herab zu fallen. Zu guten dunkelen Kammern (Cam. obsc.) werden, wie zu Mikroskopen, Teleskopen rc. einfache verplatinte (als solche vollkommen Politur-fähige, an der Luft nicht anlaufende), möglichst gleichförmig polirte Metallspiegel er-

*) Wird die ebene Fläche ADEG so auf einen durch B und gleichfalls durch A angedeuteten ebenen Spiegel gestellt, daß der Durchschnitt CA = CG wird, dann aus A auf D und aus G auf E ein Perpendikel so errichtet, daß die Winkel z und x sich gleichen, und hierauf ein glänzender Stift (z. B. eine Stecknadel) in einen Punkt der Linie DC, z. B. in der Gegend von y fest gesteckt, so wird das, in der Linie CE befindliche Auge, im Spiegel das geom. Bild des Stiftes in einer Verlängerung der Linie EC erblicken; steckt man nun einen zweiten Stift in die Linie CE, so wird dieser das Auge verhindern, den Punkt E zu sehen; eine Verhinderung, die außerdem auch eintritt: wenn man den Punkt C bedeckt. — Da übrigens der Rückstralungswinkel x dem Einfalls-Winkel z, und ebenso auch jenem denkbaren, etwa mit y' zu bezeichnenden Winkel gleich ist, welchen der hinter dem Spiegel verlängert gedachte Stral EC mit der Spiegel-Ebene machen würde (weil beide Winkel, y und x, Vertical-Winkel sind), so ist auch y = z. — Der Ort des Bildes hinter dem ebenen Spiegel ist dort, wo die Perpendikel-Linie, vom stralenden Punkt auf den Spiegel gezogen und dahinter verlängert, vom rückwärts verlängerten Strale durchschnitten wird. Ueber Sommerring's und Gruber's Camera lucida s. m. Grundz. II, 237.

**) Vergl. m. Grundz. II, 237. Ueber Wollaston's 1809 von ihm erfundene Camera lucida, die man in neuer Zeit, gleicher Helligkeit wegen, mit gefärbten Gläsern und mit erhaben gekrümmten Linsen versieht, damit die Stralen beider Bilder mit gleicher Divergenz in's Auge des Zeichnenden gelangen; a. a. O. und Gilbert's Ann. XXXIV, 353 ff.

fordert (Silber und Gold nehmen ihrer Weiche wegen nicht genug Politur an), weil mit Zinnamalgam belegte Glasspiegel doppelte, und deßwegen unscharf begrenzte und nicht gehörig erhellte Bilder gewähren, indem das Glas, zumal das dicke, seinerseits nicht nur spiegelt, sondern zugleich auch, das Licht des Amalgam-Spiegels durchlassend, dieses mehr oder weniger dämpft. Das eine Bild deckt hiebei das andere sehr nahe gänzlich, wenn das Auge gegen den Spiegel senkrecht gerichtet und der Gegenstand dem Spiegel nicht zu nahe gerückt ist. *) Besteht jener aus einem stralenden Punkte, so sieht man ihn bekanntlich außer dem Spiegel innerhalb der ganzen von ihm erhellbaren Umfläche, im Spiegel hingegen nur innerhalb eines pyramidalen Raumes. Mitunter werden auch sog. Tusch-Spiegel als Metallspiegel-Vertreter in Gebrauch genommen.

γ) Wie sich ein Spiegel zu den Lichtstralen des vor ihm befindlichen Gegenstandes verhält, so auch zu jenen, welche bereits von einem anderen Spiegel zurückgeworfen worden. Daher die Bilder-Vervielfältigung in Winkel-Spiegeln (d. s. Spiegel, die so gegen einander gestellt worden, daß sie einen Winkel einschließen; ob. S. 1677 Anm.). **) Hierauf beruhen: die Spiegelzimmer und Spiegelkästen, Festungsspiegel und Nürnberger Stralenkästchen, so wie die Schöngucker (Pracht-Sehrohre, Multiplicateur oder Transfigurateur oder Kaleidoskope [Triascope, Tetraskope, Heraskope] 2c.); vergl. oben S. 1671 und 1676. Gilbert's Ann. LIX, 341 ff. Vermittelst dergleichen Spiegel-Gegenstellungen können auch die geom. Bilder von Gegenständen erschaubar werden, zwischen denen und dem Auge sich undurchsichtige Körper befinden, wie Solches das S. 1678 erwähnte sog. Zauberperspectiv (d. i. ein Fernrohr: um durch ein dickes Brett zu sehen), Hevel's Polemoskop, der Wallgucker, Operngucker 2c. gewähren; Muschenbroek, Introd. ad philos. nat. I, §§. 1993. 1997.

δ) Ein durchaus vollkommener, Punkt für Punkt das Licht gleichmäßig zurückwerfender Spiegel würde als solcher unsichtbar sein. ***) Die

---

*) Richtet man das Auge sehr schief gegen einen Amalgam-hinterdeckten (ins Besondere: dickglasigen) Spiegel, indessen vor diesem eine brennende Kerze steht, so erblickt man in demselben eine Reihe von Flammenbildern; Aehnliches begegnet auch, wenn man Abends, vom Innern eines durch eine Kerze oder Lampe erleuchteten Zimmers aus: gegen das Glas der Fenster schaut.

**) Es erfolgt die Bild-Vervielfältigung, beträgt der Winkel

120 Grade,	2 Mal	51 3/7 Grade	6 Mal
90 „	3 „	45	7 „
72 „	4 „	40	8 „
60 „	5 „	36	9 „

Parallel gegen einander gestellte Spiegel vervielfältigen unendlich oft.

***) Bei gewöhnlichen Glasspiegeln wird, Gr. Rumford's Messungen zufolge, vom auffallenden Lichte 0,4816 Antheil theils verwirrend zerstreuet, theils gedämpft,

von dem gegen die Sonne gerichteten Spiegel zurückgeworfenen Sonnenstralen gewähren, von einer dem eckig begrenzten (z. B. länglich viereckigen) Spiegel nahen, weißen, ebenen Fläche aufgefangen, ein Bild (eine Beleuchtungsfläche), das der Umgränzungsform des Spiegels ähnelt; entfernt man aber die auffangende Fläche mehr und mehr, so rundet sich das Bild auch mehr und mehr, bis es endlich vollkommene Kreisrundung gewinnt. Eben so würde auch jeder eckig begrenzte, von der Erde beträchtlich entfernte Körper gerundet erscheinen; wie sich uns denn auch jene Weltkörper, welche scheinbare, messungsfähige Durchmesser darbieten, durchgängig als kreisrunde Scheiben zeigen. — Man kann übrigens einen ebenen Spiegel auch betrachten: als einen Hohl-Spiegel, dessen Halbmesser unendlich groß ist, und in diesem Falle läßt sich auf ihn auch (entsprechend abgeändert) jene Formel anwenden, welche zur Bemessung des Vereinigungspunktes der von Hohlspiegeln zurückgeworfenen Stralen dient. Besteht nämlich der concave oder Sammelspiegel, d. i. der Hohlspiegel aus einem Hohlkugelschnitt, so erhält man die, einstweilen als x zu bemerkende Vereinigungsferne, wie folgt. Bezeichnet d den Abstand des stralenden Punktes von dem tiefsten Innenpunkt des Hohlspiegels und r den Halbmesser der Krümmung dieser Hohlfläche, so ist $x = \frac{dr}{2d - r}$, während bei dem erhaben gekrümmten Schnitt einer spiegelnden Kugel, d. i. bei einem converen oder Zerstreuungs-

---

und selbst bei einem von Ramsden gefertigten fand Gr. R. den Lichtverlust = 0,3494. Sollen Glasspiegel vorzügliche Güte darbieten, so muß das durchgängig vollkommen-durchsichtige, farblose und, soweit es die Haltbarkeit erlaubt: (gleichmäßig) dünne Glas, auf der unteren Seite so vollkommen ebenmäßig-glatt geschliffen seyn, wie auf der oberen. Das lebhaftere Metallspiegel-Bild hindert durch seine größere Wirksamkeit die Wahrnehmbarkeit des Glasspiegel-Bildes, sobald man, in den Spiegel schauend, ihm senkrecht gegenüber steht; stellt man jedoch eine flammende Kerze vor den Spiegel, und sieht dann von der Seite her in den Spiegel, so erblickt man auch (deutlich vom Metallspiegel-Bild geschieden) das weit schwächere Bild des Glasspiegels. Um bei der Annahme: daß das Weißlicht eine Vereinigung von den Hauptfarblichten sei, die Entstehung der Farben mittelst des trüben oder lichten Mittels bei leuchtendem oder dunkelem Hintergrund (S. 1450 ff.) zu erklären, setzen Mehrere voraus: das die größte Brechbarkeit besitzende Farblicht (das Violett) werde im Verhältniß solcher Brechbarkeit auch leichter gespiegelt, als die übrigen Farblichte; sehe man daher eine weiße Fläche durch ein trübes Mittel, so erscheine sie zuerst gelblich, dann gelb und endlich, wenn das langsamst gespiegelte Farblicht hervorgehe, roth (aber warum denn nicht anfänglich violett, blau und grün?) und aus gleichem Grunde zeige Finsteres, durch ein beleuchtetes Mittel geschaut, Bläulich, Blau und Violett (warum denn nicht umgekehrt, zuerst Violett — das übrigens unter diesen Umständen gänzlich zu fehlen und statt dessen nur Blau sichtbar zu werden pflegt). Das noch weit brechbarere sog. „unsichtbare Licht" (also auch die sog. chemisch wirksamen Stralen), müßte hienach gesondert, als Vorgänger des Violett: am schnellsten gespiegelt werden. Vergl. oben S. 321, 1446, 1663, 1667—1668 und 1676 Anm.

Spiegel $x = \frac{dr}{2d + r}$ hervorgeht, und bei dem ebenen oder Plan-Spiegel $x = \frac{d\,\infty}{-\infty}$ wird.

Zusätze, zu den Erläuterungen der ersten Tafel.

1) Vorausgesetzt, jeder Aequator-Grad ist gleich 15 geogr. Meilen, und mithin der ganze Aequator (an Meeresfläche, oder wo diese abgeht: auf denen derselben nahe kommenden Land-Ebenen) gleich 5400 geogr. Meilen, so beträgt die ganze Kreis-Länge des Aequators — die geogr. Meile zu 23 642 066 Rheinische oder 22 842 576 Pariser Fuß (= 3807,096 Toisen) in Ansatz genommen —: 127 667 156,4 Rheinische oder: 123 349 910,4 Pariser Fuß, oder 40 068 922,5065 Meter.*) Hienach ist längs des Aequators 1 geogr. Meile = 1/15 Aequator-Grad = 4 Raum-Minuten; eine dergleichen Minute mithin = 5910,5165 Rheinischen oder 5710,644 Pariser Fuß, und eine dergl. Secunde = 98,5086 Rh.'schen oder 95,1774 Par. Fuß gleich. Wäre die Erde nicht abgeplattet und überhaupt ein vollkommen kugeliger Körper, so könnten jene Ungleichheiten der Größe der Grade nicht stattfinden, wie sie z. B. die auf den Hochebenen Quito's und in Lappland vollzogenen Gradmessungen darthun,**) und damit bewiesen

*) Der Meter (Mètre) als ein Zehnmilliontel des Meridian-Quadranten = 443,296 Pariser Linien in Ansatz genommen (oben S. 1869) zerfällt, wiederholt durch 10 dividirt, in 10 Decimeter (Ersatz des halben, als Doppel-Decimeter: Ersatz des ganzen Fuß), 100 Centimeter (Vertreter des ehemaligen Zoll) und 1000 Millimeter, bezeichnet durch mm (ersetzend die Linie) und giebt, in gleicher Weise multiplicirt: den Decameter = 10 Meter oder in sog. Pariser Maaß nahe 30′ 9″ $6^{1}/_{2}$ Linien (vertretend die ehemalige Ruthe), den Hectometer = 100 Meter, d. i. fast $51^{1}/_{3}$ Toisen (nahe entsprechend dem Stadium der Alten), den Kilometer = 1000 Meter, ohngefähr $513^{1}/_{5}$ Toisen (Ersatz der ehemaligen Viertelmeile), und den Myriameter = 10 000 Meter (jetziges französisches allgemeines Wege- oder Meilen-Maaß, haltend $2^{1}/_{4}$ franz. alte Meilen und bestimmend die Länge der jetzigen sog. Poststation). Die Toise hält 6 Pariser Fuß; überträgt man von einem Stabe der sog. „Toise von Peru," die bei 16⁰, 25 C. Fühlwärme 6 Fuß streckt, 443,296 Linien auf einen 0⁰ C. darbietenden Maaßstab, so hat man damit die „Länge eines sog. wahren Meters." Ein Meter = 36,944 Pariser Zoll = 3,0786 Pariser Fuß; s. auch w. o.

**) Zwischen Tarqui und Cotchesqui maaß der Grad 56 753 Toisen, auf Lappland 57 437. — Ein Würfelfuß = 1728 Zwölfer-Würfelzolle (Duodecimal-Cubiczolle) ist gleich 1000 Zehner-Würfelzollen (Decimal-Cubiczollen); hat man eine gegebene Anzahl von ersteren auf letztere zurückzuführen, so multiplicirt man sie $\left(\frac{1000}{1728} = 0{,}5787\right)$ mit 0,5787; will man dagegen Zehner-Würfelzolle in dergleichen Zwölfer verwandeln, so muß man sie mit $\left(\frac{1728}{1000} =\right)$ 1,728 multipliciren.

haben, daß die Erde ein unter den Polen abgeplattetes Sphäroid ist, dessen Schwer-Richtung nur unter dem Aequator und den Polen den Erdmittelpunkt durchsetzt; weshalb denn auch, streng genommen, Polhöhe und geographische Breite einander nicht durchaus gleich sind, sondern nur dafür erachtet werden, weil man unter geogr. Breite eines Ortes, nicht seine wahre, sondern nur seine astronomische begreift. Je näher den geogr. Polen, um so enger werden die diesen letzteren Breiten zugehörigen Parallelkreise (S. 236), bis sie endlich unter 90⁰ N und unter 90⁰ S = 0 sind, wie folgende Zusammenstellung darthut:

Breiten-Grade.		Geogr. Meilen.	Breiten-Grade.		Geogr. Meilen.
0	=	15	50	=	9,641
10	=	14,792	60	=	9,500
20	=	14,095	70	=	5,130
30	=	12,990	80	=	2,604
40	=	11,490	90	=	0.

Wie sich das Quadrat des Cosinus der Orts-Breite verhält: zum Quadrat des Erdhalbmessers, so verhält sich auch jene Verminderung, welche die Schwere in den verschiedenen Breiten durch den Erdaxen-Umschwung erleidet: zu dem Verlust, der sie durch den Aequator-Umschwung trifft. Angenommen, die Länge der geogr. Erdaxe sei gleich 1715½ geogr. (oder sog. „geometrischen") Meilen, d. i. um Etwas geringer, als sie bei jenen Berechnungen vorausgesetzt wurde, welche die hieher gehörigen, S. 1629 befindlichen Größen-Angaben hervorgehen ließen, so giebt dieses, mit 5400 multiplicirt, die Erd-Oberfläche = 9 261 000 geogr. Geviertmeilen, und diese, multiplicirt mit dem 1719 Meilen betragenden Aequator-Durchmesser und darauf dividirt durch 6, ergiebt dann den räumlichen Erd-Inhalt zu 2653 276 500 geogr. Würfelmeilen; vergl. a. a. O. Es mißt übrigens eine geographische oder sog. geometrische Meile 4000 Schritt (= 23642,066 Rhein. Fuß) und verhält sich zu nachbenannten Meilen, wie folgt:

1 geogr. M. =	0,666666	Norwegische	M. v.	35 463,099	Rh. Fuß Länge.
„	0,700000	Schwedische	„	33 774,380	„
„	0,800000	Mecklenb.'sche	„	29 552,583	„
„	0,818691	Sächs. Polizei-	„	28 936,6	„
„	0,888667	Ungarische	„	26 603,97	„
„	0,977995	Oesterr. Post-	„	24 174	„
„	0,985085	Preußische	„	24 000	„
„	0,986417	Dänische	„	23 977,754	„
„	0,986031	Hamburger	„	23 977	„
„	0,999199	Deutsche gemeine	„	23 661	„
„	1,074667	Böhmische gem.	„	22 000	„
„	1,133334	Schlesische	„	20 860,64	„
„	1,166666	Spanische große	„	20 264,628	„

1 geogr. M. =	1,200000	Portugisische	M.	v. 19701,722	Rh. Fuß-Länge.
"	1,311333	Holländ. Wegstunde		18029	"
"	1,333333	Holländ. See-M.		v. 17781,550	"
"	1,666666	Alt-Deutsche Rasta		v. 14185,240	"
"	1,820000	Liefländische	M.	v. 13134,480	"
"	3,155531	Alt-Britische	"	7492,247	"
"	3,316868	Schottische	"	7127,837	"
"	3,333333	Tamulische	"	7092,620	"
"	3,666666	Irländische	"	6445,240	"
"	4,000000	Italische	"	5910,516	"
"	4,604102	Englische	"	5130,656	"
"	5,733331	Neu-Griechische	"	4123,615	"
"	6,936090	Russische	"	3410,0	"
"	12,866610	Chinesische große	"	1837,465	"
"	16,666616	Chinesische Li	"	1418,528	"

Zu bemerken ist hiebei: 1) daß mit der Rasta übereinstimmt die ehemalige gemeine Französische Lieue, hingegen nicht die weit kleinere Leuca der alten Gallier; denn von dieser gehen 50,4 auf einen Aequator-Grad, und 2) daß mit den Holländischen Seemeilen übereinstimmen sowohl die Französischen Seemeilen als die Großbritanischen Leagues und Polnischen Land-Meilen, von denen 20 einen Aequator-Grad durchstrecken.

1 Braunschweiger Meile ist = 26000 Braunschweiger Fuß,
1 Hanover'sche Meile ist = 25400 Hanover'sche Fuß,
1 Hessen-Kassel'sche Meile ist = 26000 Hessen-Kassel'sche Fuß,
1 Sächsische Meile ist = 32000 Sächsische Fuß;
1 Sachsen-Weimar'sche Meile ist = 26096 Sachsen-Weim. Fuß,
1 Schwedische Meile ist = 36000 Schwedische Fuß,
1 Schweizer Wegstunde ist = 16000 Schweizer Fuß.

Zur Vergleichung der Fuß- rc. Maaße (bei 15° C. = 12° R.) möge folgende Uebersicht dienen:

Fuß.		Millimeter.		Pariser Duodecimal-Linien.
In Rheinland 1	ist gleich	313,8535	gleich	139,130
Baden 1	"	300	"	132,989
Bayern 1	"	291,8592	"	129,380
Braunschweig 1	"	285,3624	"	126,500
Bremen 1	"	289,3507	"	128,268
Frankfurt a. M. 1	"	284,6000	"	126,162
Hamburg 1	"	286,4903	"	127,000
Hanover 1	"	292,0947	"	129,484
Hessen-Darmstadt 1	"	250,0000	"	110,824
Hessen-Kassel 1	"	287,6991	"	127,538
Lübeck 1	"	291,0000	"	129,000

Fuß.		Millimeter.		Pariser Duodecimal-Linien.
in Nassau 1	ist gleich	287,6991	gleich	127,598
Oesterreich (Wiener) 1	„	316,1109	„	140,126
Preußen und ebenso in Anhalt ist 1 Fuß gleich dem Rhein. Fuß.				
Sachsen 1	ist gleich	283,1901	gleich	125,537
Sachsen-Weimar 1	„	281,7787	„	125,000
Württemberg 1	„	286,4903	„	127,000
Dänemark ist 1 Fuß gleich dem Rhein. Fuß.				
England (London) 1	ist gleich	304,7945	„	135,114
Frankreich (Paris) 1	„	324,8394	„	144,000
Norwegen ist 1 Fuß gleich dem Rhein. Fuß.				
Rußland ist 1 Fuß gleich dem Englischen Fuß.				
Schweden 1	ist gleich	296,9010	„	131,615
Schweiz (neueres Fußmaaß) ist 1 Fuß dem Badischen Fuß gleich.				
Spanien (Castilien) 1	ist gleich	282,6553	gleich	125,300.

Ein Spanischer **Passo** ist = 5 Fuß; 3 Fuß geben die Spanische Elle; $1^1/_5$ **Passos** bilden 1 **Estado**. Ein Fuß-Maaß der alten Römer ist gleich 295,9 mm = 131,14 Pariser Linien. Bei den jetzigen Römern ist 1 **Palmo** bei'm Bauwesen = 223,3282 mm oder 98,991 Pariser Linien, außerdem aber gleich $^1/_8$ **Canna** = 250,1715 mm = 110,863 Par. Lin. 1 Alt-Russischer Fuß war = 538,2409 mm = 238,602 Par. Lin.; 1 Russische Arschine oder Elle (= 28 Russische Zoll) 711,1872 mm = 305,8105 Pariser Linien. 1 Werschok = 44,424 mm = 19,693 Pariser Linien. In Belgien, den Niederlanden, der Lombardei und in Venedig, ist das metrische Maaß wie in Frankreich gültig; in letzterem Lande ließ man ehedem die Zwölferzoll-Linie in 10 Scrupel (1 Scrupel = 0,225583 Pariser Linien) zerfallen. In Florenz ist ein **Braccio** (Elle oder Arm-Länge) **da terra** = 550,6371 mm = 244,20 Par. Lin., während **Braccio da lana**, 582,1057 mm = 258,467 Par. Lin. gleichkommt. — In folgenden Staaten und Städten beträgt die Elle 2 Fuß des zugehörigen Fußmaaßes: Baden, Braunschweig, Dänemark, Darmstadt, Hamburg, Hannover, Sachsen, Sachs.-Weimar und Schweden; in Frankfurt a. M. nur 23″,0609; in Hessen-Darmstadt dagegen 24″, während dort, wie in Baden, der Fuß in 10 Zoll und der Zoll in 10 Linien zerfällt, und 10 Fuß Baden'sch (d. i. 3 Meter) 12 Fuß Darmstädtisch gleichen; 10 Fuß Darmstädtisch bilden übrigens dort 1 Klafter, wie 10 Fuß Baden'sch 1 Baden'sche Ruthe darstellen, so daß also 1 Darmstädter Klafter = $8^1/_3$ Baden'sche Fuß oder $^5/_6$ Baden'sche Ruthe gewähren; 1 Baden'sche Elle ist dem gemäß 20 B.'sche Zollen = 24 Darmstädtischen. In England, wo das Grund-Längenmaaß

(die Elle oder Ruthe) das Yard = 3 Fuß Englisch ist, *) bilden 2 Yard 1 Fathom (Faden oder Klafter) und 1760 Yards 1 Meile = 5307 Fuß Rheinl. = 4935,1 Bayer'sch oder 5127,092 Par. F. **)

---

*) 5 Yards oder 15 Engl. Fuß (= 15',65 Bayerische) kommen gleich 1 Braunschweig'schen Ruthe, die als solche 16 Braunschweig'sche Fuß enthält; 100 Braunschw. Würfelfuß gleichen 93,3 Bayerischen W. F. = 1270,4 Bayerische Ruthen (oder 2117 1/6 dergleichen Längen-Klafter messen 12704 Bayer'sche Fuß, d. i. eine Bayer'sche Weg-Stunde). Eine Bayer'sche (geometr.) Ruthe erstreckt 10 B. Fuß; 1 Geviertruthe mithin 100 Geviertfuß, deren 36 auf eine Geviert-Klafter gehen. 1 Bayr. Elle (s. w. o.) hält 2' 10'',25 oder 369,27 P. L.

**) Ein Bayer'sches Tagewerk (= 200' lang und 200' breit) beträgt 40000 Bayer'sche Geviertfuß (16,136 Tagewerk geben die Bayer'sche Geviertmeile), und entspricht 1,8345 Preuß. Morgen, so wie 34,0727 Ares; 1 Französ. Morgen ist = 47,275 Ares = 1,3875 B. Tagewerk = 1,8516 Preuß. Morgen. 34 Russische Dessätinen entsprechen nahe 45000 Preuß. Morgen. 1 Quadrat-Decimeter ist gleich 17 Bayr. Geviertzoll; anderweite hieher gehörige Verhältniß-Größen zeigt folgende Tafel:

1 Geviertfuß	Baden'sch	ist gleich	1,06	Geviertfuß Bayerisch
„	Englisch	„	1,09	„
„	Französisch (Pariser)	„	1,23	„
„	Hanoverisch	„	1,00	„
„	Hessen-Darmstädtisch	„	0,73	„
„	Oesterreichisch	„	1,17	„
„	Preußisch	„	1,15	„
„	Russisch	„	1,09	„
„	Sächsisch	„	0,93	„
„	Schwedisch	„	1,03	„
„	Schweizerisch	„	1,06	„
„	Württembergisch	„	0,96	„

Eine Bayer'sche Klafter (= 6' Höhe, 6' Breite und 3 1/2 Scheiter-Länge) ist gleich 126 Bayer'sche Würfelfuß. Der Zwischenräume wegen rechnet man aber 1 Bayer'sche Klafter nur zu 100 Bau- oder Nutz-Holz; Brenn- und Scheit-Holz zu 86 bis 92; Prügelholz zu 70 bis 83; Ast-Holz zu 65 bis 70 und Wurzel-Stock-Holz zu 40 bis 60 B. Würfelfuß. 1 Baden'sche Klafter ist gleich 156,17 Bayer'sche Würfelfuß; 1 Hessischer Stecken gleich 62,8 und 1 Klafter Nieder-Oesterreichisch gleich 137,25 Bayersche W.-F. In Absicht auf Frucht- oder Getreide-Maaß bilden 6 Bayer'sche Metzen 1 Schäffel = 8944 Bayer'sche Zehner-Würfelzoll oder 208 B.'sche Maaß; 1 Metze enthält 4 Vierlinge oder 34 2/3 Maaß. — Weitere dergleichen Gemäße verhalten sich zu den Bayer'schen Metzen, wie folgt:

1 Badener Doppel-Sester	ist gleich	8,1	Bayer'sche Metze.
1 Englisch-Bushel (34 Bayr. Maaß)	„	0,98	„
1 Englisch-Imperial-Quarter	„	7,85	„
1 Französisch-Hektoliter	„	2,7	„
1 Hanoverisch-Himten	„	0,84	„
1 Hessen-Darmstädtisch-Simmer	„	0,86	„
1 Oesterreichisch-Metzen	„	1,66	„
1 Preußisch-Schäffel	„	1,48	„
1 Russisch-Tschetwert	„	5,66	„
1 Sächsisch- (Dresdener-) Schäffel	„	2,83	„
1 Schwedisch-Tonne	„	4,45	„
„ Malz-Tonne	„	4,75	„
„ Erd- und Baum-Frucht-	„	3,98	„
1 Schweizerisch-Malter	„	4,05	„
1 Württembergisch-Simri	„	0,60	„

Eine Wiener Klafter = 6′ = 6′,435 Rheinisch; 4000 W. Klafter = 1 Oesterr. Postmeile; 102764 W. Klafter sind gleich 100000 Par. Toisen. Nachgenannte Ellen entsprechen den ihnen beigesetzten Millimetern; es ist nämlich gleich die Elle von:

	m. m.		m. m.
Amsterdam	= 690,2838	Frankreich (Paris)	= 1188,446
Augsburg, große	= 609,5250	Leipzig	= 565,3110
kleine	= 592,5250	Mähren	= 790,6682
Bayern	= 835,0180	Nürnberg	= 659,6048
Berlin	= 666,8231	Ofen	= 587,574
Böhmen (Prag)	= 503,9600	Preßburg	= 558,636
Brabant	= 699,2000	Schlesien	= 579,0104
Brüssel, große	= 694,3443	Schweden	= 593,7344
kleine	= 684,4188	Triest, zur Seide	= 642,1444
Cöln a. R., große	= 649,7955	„ „ Wolle	= 676,7489
kleine	= 574,1087	Tyrol	= 804,1356
Dresden	= 566,2132	„ (Klafter)	= 1884,665
Frankfurt a. M.	= 539,5945	Venedig	= 636,8207

Weitere hieher gehörige Berechnungen findet man in Adolph Hannover's Tableau micrométr. ꝛc. Quer Fol. In Absicht auf Flächen- oder Quadrat-Maaße ist im Meterischen System 1 Centiare = 1 Quadratmeter = 9,476817 Pariser- = 10,15187 Rheinischen und 11,73960 Bayer'schen Quadratfuß; ferner ist ein Deciare = 10 Centiare und 1 Are = 10 Deciare = 26,32449 Quadrat-Toisen. Ein Decare ist gleich 10 Are, 1 Hectare gleich 10 Decare, 1 Kiliare gleich 10 Hectare und 1 Myriare gleich 10 Kiliare.

Hinsichtlich der Würfel- oder Cubic-Maaße faßt ein Cubic-Meter oder 1 Stère (= 10 Decistère = 100 Centistère) = 29,17385 Pariser Würfelfuß = 32,34587 dergleichen Rheinische oder 40,22350 Bayer'sche.

Eintausend Cubic-Centimeter bilden, unter der Benennung Litre, die Einheit der meterischen Hohlmaaße; 1 Litre ist gleich 50,412416 Pariser oder 55,893663 Rheinische Würfelzoll = 10 Decilitres = 100 Centilitres; 10 Litres = 1 Decalitre; 10 Decalitres = 1 Hectolitre; 10 Hectolitres = 1 Kilolitre.

Auf Litres zurückgeführt ist 1 große Wein-Ohm (= 4 Viertel 4 Maaß und 4 Schoppen) = 1,5952 Hektoliter = 2,487 Bayer'sche oder 2,3219 Preußische Eimer; 1 gewöhnliche Wein-Ohm = 1,3558 Hektoliter = 2,1135 Bayer'sche und 1,9733 Preußische Eimer. Eine Ohm Wein ist = 1,3663 Hektoliter = 2,13 Bayer'sche und 1,9887 Preuß. Eimer. Ein Wein-Anker ist = 0,5950 eines Bayer'schen oder 0,5555 eines Preußischen Wein-Eimers oder 26 Wein-Kannen = 0,3817 Hektoliter. Ein Bayer'scher Bier-Eimer ist gleich

0,9959 Preuß. Eimers gleich 0,6842 Hektoliter; ein Bayer'scher Schenk-Eimer *) gleich 0,9336 Preuß. Eimers gleich 0,6414 Hektol. Eine Bayer'sche Bier-Tonne ist gleich 2,05394 oder 1,9177 Preuß. Eimer gleich 1,3175 Hektol. 1 Hektoliter ist gleich 1,5590 Bayer'sche oder 1,4556 Preuß. Eimer. Ein Italischer Eimer ist gleich 0,5334 Hektol. gleich 0,8317 Bayer'schen oder 0,7765 Preuß. Eimer. Ein gemeiner Wiener Eimer Flüssigkeits-Maaß (von denen 1000 Eimer 1792 Wiener Würfelfuß gleichen und 10 ein Faß bilden, während 30 den Dreiling geben) ist gleich 58015 Liter; 1 Wiener Wein-Eimer kommt dagegen nur 0,5334 Hoktolitern, d. i. 0,6546 Bayer'schen oder 0,6123 Preuß. Eimers gleich. **)

Ein, im Nachfolgenden durch B. M. bezeichnetes Bayer'sches Maaß (Hohlmaaß; als Flüssigkeits-Behälter) entspricht, seinem Innen-

*) Ein Bayer'scher Visir-Eimer hält 64 Maaß und faßt 752 Zehner-Würfelzoll. Eine B.'sche Maaß-Kanne ist gleich 1 B.'schen Maaß. — Ein B.'sch Fuder Weinmaaß hält 6 Ohm gleich 12 Eimer, à 60 Maaß. — Das 6 Metzen fassende Bayer'sche Hohlmaaß führt die Benennung Schaff; es ist gleich 222841600 Würfel-Millimetern, während das B.'sche Maaß deren 617132 faßt. Ein Augsburger Schaff hält dagegen nur 205266900, die Nürnberger Metzen (von denen 16 einen Simmer bilden): 20175390 cubicirte mm. Ein Berliner Scheffel, deren 12 auf 1 Malter und 24 auf ein Wispel gehen, ist gleich 54381440 cub. mm. Ein dergleichen Scheffel hält 16 Metzen, eine Metze 4 Mäßchen. Das Berliner Fuder hat 4 Oxthoft, 6 Ohm, 12 Eimer, 24 Anker und 768 Quart; 1 Quart ist gleich 1150510 cub. mm. Die Cölnische Ahm ist gleich 26 Viertel, d. i. gleich 104 Maaß, oder gleich 1497647 cub. mm. Eine Amsterdamer Ahm hält 4 Anker und ist gleich 152839400 cub. mm.

**) 1 Wiener Eimer Wasser der ersten Art (von wahrscheinlich 15^0 C. gleich 12^0 R.) wiegt 101,248 Wiener oder 113,527 Cölnische Pfund. 1 Wiener Würfelfuß Wasser (von 15^0 C.?) 56 Wiener Pfd., während 1 Rheinischer oder Preußischer Würfelfuß 64,8 Pfd. Cölnisch oder 66,1 bei 18^0,75 C. genau 66 Preuß. Pfunden gewichtlich gleich kommt; da 1 Rheinischer Fuß gleich 0,3138535 Meter, so ist 1 dergleichen Würfelfuß gleich $0{,}3138535^3$ Cubikmeter und wiegt mithin — da ein Kilogramm (gleich 1000 Grm gleich dem Gewicht von 1 Liter Wasser) gleich dem Gewicht von 0,001 eines Kubikmeters Wasser gleichkommt — $\frac{0{,}3138535^3}{1000}$ oder 30,9158 Kilogr., d. i. gleich 66,101 Preuß. Pfunde, da 1 Preuß. Pfund gleich 0,4677 Kilogr. und $\frac{30{,}9158}{0{,}4677}$ gleich 66,101 sind. Ein Wiener Pfund (Handelsgewicht) ist gleich 0,5600164, ein Bayrisch Pfund gleich 0,56 und ein Baden'sches nur gleich 0,5 Kilogr.; da nun 1 Bayr. Würfelfuß gleich $0{,}2918592^3$ und ein Baden'scher gleich $0{,}3^3$ c Meter ist, so wiegt 1 Bayer'scher W.-F. Wasser nur nahe 44,388 oder, bei etwas mehr niederer Fühlwärme, höchstens 44,39111 Bayr. Pfund, während das Gewicht des Baden'schen W.-F. Wasser 54 Pfund gleich kommt; 1 Pfund Bayer'sches Handelsgewicht ist gleich 1,1973 Preuß. Pfund und 1 Kilogr. gleich 1,7857 Bayer'sche Pfund, hingegen gleich 2,1381 Preuß. Pfund. 1 Pfund Badensch ist 28,57 Bayer'sche Loth Handelsgewicht, deren 32 auf 1 Pfund gehen; 5 Kilogr. sind gleich 8,9285 Bayer'schen Pfunden.

Raum nach, vollen 74,3 Bayer'schen Zwölfer-Würfelzollen und hiemit 53,89 Pariser Duodecimal-Cubikzollen; 14 B. M. sind gleich 15 Liter, 1 Liter daher gleich 0,93 B. M. und 1 B. M. gleich 1,07143 Liter.

Es ist ferner:

1 Badener Maaß *)	gleich	1,400	B. M. gleich	1,500	Liter.
1 Darmstädter Maaß	„	1,867	„	2,000	„
1 Dresdener Kanne	„	0,870	„	0,937	„
1 Englisch Gallon **)	„	4,250	„	4,544	„
1 Frankfurter (a. M.) Aichmaaß	„	1,674	„	1,793	„
1 Französische Pinte ***)	„	1,152	„	1,234	„
1 Hamburger Kanne †)	„	1,689	„	1,805	„
1 Hanover'sche Kanne	„	1,817	„	1,947	„
1 Leipziger Kanne	„	1,124	„	1,204	„
1 Oesterreich'sches Maaß	„	1,320	„	1,415	„
1 Preußisch Quart	„	1,070	„	1,145	„
1 Russisch Stoof	„	1,150	„	1,232	„
1 Schwedische Kanne	„	2,450	„	2,617	„
1 Württemberg'sches Hellaich-M.	„	1,720	„	1,837	„

2) So wie das Kilogramm (Kgrm) dem Gewicht von 0,001 eines cubicirten Meter reinsten Wassers von 4° C. gleich kommt, so das

---

*) Das Badener Maaß zerfällt in 4 Schoppen, das Bayer'sche in 2 Seidel; das Darmstädter in 4 Schoppen.

**) Ein Englisch Gallon hält 4 Quarts gleich 8 Pints; 1 Pint ist gleich 0,568 Liter; 31,5 Gallons geben 1 Barrel; 4 Barrel sind gleich 126 Gallons oder 153 B. M. Ein Englisch Tun hält 2 Pipes gleich 4 Hogsheads oder 8 Barrels oder 252 Gallons gleich 504 Bottles gleich 2016 Pints oder Nösel; 1 Pipe ist gleich 1/2 Fuder oder 2 Oxhoft. 1 Aichmaaß zu Frankfurt a. M. enthält 4 Schoppen.

***) Nach Alt-Französischem Weinmaaß hält 1 Muid 2 Feuilletes, 3 Tierçons, 4 Quartons, 36 Veltes, und 228 Pintes; 1 Muid ist gleich 281,3791 Litres. Außerdem hatte man (und hat zum Theil) noch im Gebrauch das Quart oder Pot genannte Hohlmaaß, das 1,904294 Litres gleichkommt und zunächst in 2 Pintes, 4 Setiers, 8 Chopines, 16 Possons, und 64 Roquilles zerfällt. In Spanien ist das Castilianische Cantaro gleich 8 Aciembres gleich 15,75009 Liter. In Rom die Barile gleich 4,5 Rubbi gleich 12 Boccali gleich 128 Foglietti gleich 412 Cartocci gleich 45,51459 Liter. In Warschau hält die (Wein-) Garniec 1,596826 Liter, während das Polnische Getreide-Hohlmaaß, genannt Corczez, 51,1382 Liter gleichkommt; 60 Corczez bilden eine Last.

†) Ein Hamburger Fuder (Wein-Maaß) hält 6 Ahm, deren jedes in 5 Eimer zerfällt; 1 Eimer ist gleich 16 Kannen, 1 Kanne gleich 2 Quartier gleich 4 Nösel; 1 Fuder daher gleich 480 Kannen oder 960 Quartier. Das Faß Frucht- oder Getreide-Maaß zerfällt dort in 2 Himmt, diese in 8 Spint, welche 32 großen oder 64 kleinen Maaß entsprechen, während 1 Faß 105,3709 Liter gleichkommt. 1 Hanoverisch Quartier gleich 4 Nösel ist gleich 0,9719829 Liter; 960 Quartier geben 480 Maaß oder 15 Eimer, oder 6 Ahm, die das außerdem in 4 Oxthoft zerfallende Getränk-Fuder darstellen. 1 Russisch Wedro ist gleich 12,695 Liter.

Gramm (Grm) dem 0,000001sten Theil jenes Meter. Nachbenannte Gewichts-Einheiten haben, in Grms ausgedrückt die beigesetzten Vergleichungs-Werthe. *) Ein Handels-Pfund ist in:

Amsterdam	gleich	493,9262	Grm.
Bayern	„	560,0	„
Böhmen	„	514,3465	„
Bremen	„	498,50	„
Cöln am Rhein	„	467,7401	„
Constantinopel eine Oka	„	127,5656	„
Dänemark	„	499,3099	„
England	„	453,5950	„
Frankfurt am Main	„	467,9140	„
Frankreich **)	„	489,5062	„

*) Wobei zu bemerken: daß 100 Kilogramm einen metrischen Centner geben, und daß in Belgien, so wie in der Lombardei und in den Niederlanden das meterische System, wie in Frankreich, gesetzliche Gültigkeit hat, während dieses auch in sofern in Baden, Hessen-Darmstadt, dem Königreich Sachsen und in der Schweiz der Fall ist, als in diesen Landen 1 Zoll-Pfund durchgängig 0,5 Kilogramm beträgt.

**) Das Alt-Französische Handels-Pfund, genannt Poids de marc, bestand, wie das neuere Livre usuelle (= 500 Grm oder 0,5 Kgrm) und das Französische Apotheker-Gewicht zerfällt ersteres zunächst in 2 Marc, außerdem aber, gleich den anderen beiden, in 16 Unzen, von denen 1 des ersteren (= 30,59411 Grm) 8 Gros (1 Gros 72 Grains = 3,824264 Grm) enthält. Das weiterhin erwähnte Handels-Pfund Venedigs, genannt Libra grossa hat 2 Mark (= 16 Unzen = 358,0965 Grm), darf aber mit dem nur 12 Unzen enthaltenden Handels-Markgewicht nicht verwechselt werden. Die Libra sottile (oder Apotheker-Gewicht = 302,0253 Grm) und ebenso 1 Pfund Peso grosso (= 468,1729 Grm) zerfällt ebenfalls in zwei Unzen. — Barthelemy's Wägungen zufolge wog 1 Alt-Griechische Drachma 81,125 Grains = 4,309 Grm; vorausgesetzt, daß sie ursprünglich 82 Grains = 88,5 Florentiner Gran = 4,337 Grm gewogen, so betrug ihr innerhalb 2200 Jahren stattgehabter Abnutzungs-Verlust 0,875 Grains. Nach Romé Delisle betrug das Gewicht einer großen Attischen Drachma 4,461 Grm, d. i. 0,149 Grm (oder fast 3 Grains) mehr, als die eines Alt-Griechischen Stater (Goldmünze) der Florentiner Sammlung [im Mittel von 6 in ihren Ergebnissen einander sehr nahe gekommenen Wägungen] ergeben hatte. Es wog derselbe nämlich 176 Florentiner Gran = 8,624 Grm, woraus man folgerte: daß die Alt-Griechische Drachma = 4,312 Grm oder 88 Grains war; 4,312 + 0,149 Grm = 461 Grm. Eine halbe Athen'sche Drachma war übrigens gleich einer ganzen Asiatischen; die in Florenz befindliche letztere wog 44 Florentiner Gran, gleich 2,156 Grm, und ebenso viel wog auch eine halbe silberne Alt-Griechische. Die Gewichte der Alten waren bei den Griechen: 1 *Τάλασσον* = 54 Pfund 2 Unzen, 6 Drachmen und 48 Gran; 1 *Μνᾶ* = 14 Unzen 3 Drachmen 40 Gran; 1 *Δραχμὴ* = 1 Drachm. 11 Gr.; 1 *Ὀβολος* = 13 Gr.; 1 *Κεράτιον* = 4 Gr.; 1 *Χαλκὸς* = 2 Gr. und 1 *Λεπτὸν* = 1/3 Gr.; bei den Römern: 1 Libra = 10 Unzen 6 Drachm. und 48 Gr.; 1 Uncia = 7 Drachm. 16 Gr.; 1 Duella = 2 Drachm. 48 Gr. und außerdem folgende kleinere;

Hamburg,	gleich	484,1700	Grm.
Hanover	„	467,711	„
Leipzig	„	468,0	„
Lübeck	„	484,7250	„
Nassau	„	470,6860	„
Neapel	„	320,8180	„
Norwegen wie Dänemark.			
Nürnberg	„	509,7811	„
Ofen	„	491,4666	„
Oldenburg	„	480,3670	„
Portugal	„	458,9477	„
Presburg	„	558,107	„
Preußen wie Hanover.			
Rom	„	339,2140	„
Rußland	„	409,5200	„
Schlesien (Oesterreichisch)	„	529,8385	„
Schweden	„	425,3400	„
Schweden-Bergger	„	375,8260	„
Siebenbürgen (Oka) wie Constantinopel.			
Spanien	gleich	460,2931	„
Tyrol	„	562,9223	„
Turin	„	369,0033	„
Ungarn wie Constantinopel.			
Venedig	gleich	477,494	„
Zürich (leicht Gewicht)	„	468,6053	„

In Amsterdam beträgt das, gleich dem Handels-Gewicht in 16 Unzen zerfallende Troysgewichts-Pfund 492,0044 Grm; 8 Unzen Troysgew. geben 1 Mark Münzgew., von dem 1 Unze in 20 Engels oder 32 As zerfällt. 7445 Holländische As sind gleich 1 Nürnberger Apotheker-Pfund, während 8742 As 1 Wiener Apotheker-Pfund geben. Neun' Bayer'sche Handels-Pfunde sind

1 Sicilius	gleich	1	Drachme	58	Gran
1 Sextula	„	1	„	14	„
1 Denarius consularis	„	1	„	2	„.
1 Drachma	gleich	65 Gran			
1 Victoriatus	„	37 „			
1 Scriptulum	„	21 „			
1 Obolus	„	11 „			
1 Siliqua	„	4 „			

Bei dem meterischen System ist die Benennung Gramme dem Griechischen *γραμμα* nachgebildet, und ist, wie beim Metre, Litre x., nach der decadischen oder Zehner-Zahlen-Folge, das Aufsteigen durch die Griechischen Zahl-Wörter *Μυρια* 10000, *Χιλια* 1000, *Ἑκατον* 100 und *Δεκα* 10, das Herabgeben durch die Lateinischen: Mille 1000, Centum 100 und Decem 10 ausgedrückt. Bei Ersterem kürzte man das Chilogramm (gleich 10 Hektogramm) zu Kilogramm ab.

gleich 14 B.'schen Apotheker-Pfunden. In England hat 1 Pfund Handelsgew. oder avoir du poids 16 Pound (1 Pfund) Münz- oder Apotheker-, d. i. Troy-Gew. 12 Ounces (Unzen), die 240 Pennyweight (Pfennig-Gewicht) oder 5760 Grains (Grän) oder 115200 Mites gleich sind (vergl. oben S. 405 Anm.). Gegenwärtig ist in Anhalt, Braunschweig, Kur-Hessen, Thüringen und Württemberg auch das „Preußische Pfund" anerkannt und gebräuchlich. Das Handels-Pfund zerfällt in 32 Loth, von denen 16 eine Mark Münz-Gewicht darstellen. Auch in Augsburg, Breslau, Brüssel, Cöln a. R., Dänemark, Dresden, Frankfurt a. M., Nürnberg, Portugal, Schweden, Spanien und Zürich ist die Münz-Mark gleich 16 Unzen landesüblichen Gewichts; und ebenso verhielt sich auch sonst in Frankreich das Mark-Gewicht zum Handels-Gewicht; letzteres ist in allen zuvor aufgeführten Handels-Gewichten, dem Pfunde nach in 16 Unzen (die in Deutschen Landen durchgängig 32 Loth und 128 Quentchen bilden) getheilt, nur in Neapel, Rom und Turin ist das Handels-Pfund aus 12 Unzen zusammengesetzt. Das Preußische Pfund enthält, außer seinen 128 Quentchen noch weitere Gewichtstheilungen; es sind nämlich 4 Quentchen (oder 1 Loth) gleich 9 Grän und diese sind gleich 120 Gran, so daß sich also 1 Pfund zu 576 Grän und zu 7680 Gran herausstellt.

In Hamburg, Lübeck und Schweden hat man unter der Benennung Lies-Pfund höhere, zwischen Pfund und Centner, oder zwischen Pfund und Schiffs-Pfund geordnete Gesammt-Gewichte. 1 Hamburger und ebenso 1 Lübecker Lies-Pfund ist gleich 14, 1 Schwedisches gleich 20 dortigen Handels-Pfunden, und während in Bayern, Dänemark, Frankfurt a. M., Norwegen, Oesterreich und Oldenburg der Cntr. aus 100 dortigen Handels-Pfunden zusammengesetzt ist, hält der Bremer Centner 116, der Englische 112 (avoir du poids), der Hamburger ebenfalls 112, der Lübecker (oder Lübe'sche) 280, der Nassauer 106, der Preußische 110 und der Schwedische 120 dortige Pfunde; in Frankfurt a. M. hat man außer dem obigen „leichten" auch noch einen schweren, 108 Pfund enthaltenden Centner, entsprechend dem sog. schweren oder Centner-Gewicht, dessen Pfund gleich 509,0611 Grm ist, übrigens aber auch in 32 Loth 2c. zerfällt. In Rußland gehen 40 Russische Pfunde auf 1 Pud, d. i. eine Gewichts-Einheit, die 35 Leipziger Pfund-Handelsgewicht gleicht.

3) Das Apotheker- oder Medicinal-Gewicht zerfällt zwar durchgängig in gleiche Verhältniß-Gewichte des Apotheker-Pfundes, ist aber an sich nichts weniger als überall gleich. Denn, während 1 dergleichen Pfund gleich 12 Unzen gleich 96 Drachmen, gleich 288 Scrupel, gleich 5760 Gran (1 Unze oder ℥j mithin gleich 8 Drachmen, gleich 24 Scrupel, gleich 480 Gran; 1 Drachma oder ʒj gleich 3 Scrupel, gleich 60 Gran

und ein Scrupel oder ℈j gleich 20 Gran oder gr. xx) enthält, weichen die Gewichts-Größen der Medicinal-Pfunde nachbenannter Staaten an sich und mithin, diesen entsprechend, die der genannten Theile, auf Grammen zurückgeführt, von einander ab, wie folgt: es ist in

	1 ℔ Apoth.-Gew.	℥j	gr.j	1 Gramme
Baden	= 357,780 Grm	= 29,815 Grm	= 62,11458 Milligrm	= 16,099 Gran.
Bayern	= 360,000 „	= 30,000 „	= 62,50 „	= 16,104 „
Dänemark	= 357,669 „	= 29,806 „	= 62,09500 „	=
England	= 373,244 „	= 31,104 „	= 64,78027 „	= 15,431 „
Frankf. a. M.	= 357,854 „	= 29,811 „	= 62,10642 „	= 16,096 „
Frankreich	= 375,000 „	= 31,250 „	= 65,10416 „	= 15,360 „
Hessen-Darmstadt	= wie Frankfurt a. M.			
Hessen-Cassel	= 357,664 „	= 29,805 „	= 62,09375 „	= 16,104 „
Niederlande	= wie Frankreich.			
Nürnberg	= wie Hessen-Darmstadt.			
Oesterreich	= 420,009 „	= 35,001 „	= 72,91823 „	= 13,714 „
Preußen	= 350,784 „	= 29,232 „	= 60,90 „	= 16,422 „
Schweden	= 356,437 „	= 29,703 „	= 61,88130 „	= 16,160 „
Württemberg	= 357,647 „	= 29,704 „	= 61,88333 „	= 16,105 „

Um die älteren, vor der Einführung des meterischen Systems allein gebräuchlichen Gewichte zu vergleichen und vergleichend zu ordnen, bediente man sich durchgängig, statt der Gramme oder Milligramme des Mark-Gewichts und seiner Theile, es theils als sog. Valvations-, Wardirungs-, Regulirungs-Gewicht benutzend, theils es als sog. Symbolisches oder Würdigungs-Gewicht verwendend. Das bekannteste ist das Cöln'sche Mark-Gewicht; 1 Mark desselben zerfällt in 8 Unzen oder 16 Loth, oder 64 Quentchen, oder 256 Pfennige, oder 512 Heller entsprechend (und durch fortgesetzte Hälftungen führend zu) 65536 Richt-Pfennigen gleich 280644 Mgrm; 1 Gran Nürnberger Apothekergew. ist gleich 17,434636 R.Pf. Die Wiener Mark unterliegt derselben Theilung wie die Cöln'sche; es geben aber 5 der ersteren genau 6 der letzteren; 1 Wiener Richt-Pfennig ist gleich 4,28229 Mgrm. 1 Mark Französ. Troy-Gewicht ist gleich 68729 R.-Pf. 1 Grain gleich 14,909352 R.-Pf. 1 Pound Englisch-Troy-Gew. ist gleich 104688 R.-Pf.; 1 Grain gleich 18,175 R.-Pf. 1 Mark Holländisch Troy-Gew. ist gleich 68965,256, 1 As gleich 13,473623 R.-Pf. — Als symbolisches Gold-Prüfungsgewicht zerfällt die (1096,266 Mgrm gewichtige, 1 Pfennig der Wiener Mark gleichkommende) verjüngte Mark in 24 Karat; 1 Karat gleich 12 Gran gleich 45,67776 Mgrm; 1 Gran gleich 3,80648 Mgrm.*) In ähnlicher Weise ist auch die

*) Bei Goldwaaren bedient man sich unter andern auch des Ducaten-Gewichts; 1 Ducaten, von denen 80,4 auf eine Wiener Mark gehen, ist gleich 3490,598 Milligramm und zerfällt in 60 Ducaten-Gran; 1 dergleichen Gran ist gleich 58,17663 Milligr. Beim Juwelen-Gewicht hält das Karat nur 4 Gran gleich 206,0851; 1 dergleichen Gran ist gleich 51,52128 Milligramm.

verjüngte Silber-Mark in 16 Loth gleich 1096,266 und 1 Loth in 18 Gran gleich 68,51664 Mgrm getheilt; 1 Gran gleich 3,80648 Mgrm. Ueber den symbol. Berg-Centner rc. oder das Probir-Gewicht, vergl. oben S. 400 ff. Zur Abwägung des Wasch-Goldes dient in Siebenbürgen das Piset-Gewicht; 1 Piset gleich 5207,261 Mgr.

4) Nicht nur für die Wissenschaft, sondern auch für das gewerbliche Leben ungemein wichtig ist die Kenntniß der Eigendichte und damit: des Eigengewichts oder specifischen Gewichts der Stoffe, der starren, wie der flüssigen. — Bei allen hieher gehörigen Bestimmungen wird hauptsächlich das Eigengewicht des Wassers (zum Theil auch das der Luft) von einer bestimmten Fühlwärme: als bekannte physische Größe und daher: als die, solche Bemessungen bedingende, zu vergleichende Einheit vorausgesetzt; wie Solches im Vorhergehenden in sehr zahlreichen Fällen geschehen, und wie über dergleichen Verfahren noch ausführlicher berichten unter andern: des Verfassers Grundz. I, 112. 221. II, 160 u. 163. Daß aber auch hieher gehörige Versuche der ausübenden „angewandten Geometrie" zum Vortheile gereichen können, beweiset schon jener einfache Fall, welchem zufolge man die Größe des Innenraumes von Hohlgefäßen, die keine lineare Innen-Ausmessung zulassen, lediglich dadurch auf's Genaueste zu ermitteln vermag, daß man bestimmt, wie viel Wasser von bestimmter Fühl-Wärme sie dem Gewichte nach fassen; da man weiß oder doch wissen kann, wie viel ein Würfelfuß und mithin auch ein Würfelzoll, eine Würfellinie rc. Wasser von solcher Anwärmung wiegt; oben S. 1905.*) Daß Archimedes nicht nur die Eigengewichts-Bestimmung starrer (im Wasser unlöslicher) Stoffe, kannte, wie aus seiner Zusammensetzungs-Ermittelung der goldenen Krone des Hiero, Tyrann von Syrakus hervorgieng, sondern auch die Senkwage erfand, geht aus einer Stelle des Dichters Rhemnius hervor; Gilbert's Ann. VI, 125.**)

*) Umgekehrt läßt sich das Gewicht sehr großer, als solcher unwägbarer Massen, wenn sie durchgängig von gleicher mittlerer Dichte sind, leicht ermitteln, wenn man genau ihre Raumgröße (ihren Cubic-Inhalt) kennt; man hat dann nur nöthig, das Eigengewicht solchen Körpers zu bestimmen und das Ergebniß dieser Bestimmung zur erschöpfenden Beantwortung der Frage zu verwenden: wie viel wiegt mithin der Körper? Ein Stückchen Basalt zeige, mittelst unter Wasser stattgehabter Wägung bei 4° C. 2,425 Eigengewicht; dem gemessenen Umfange des Basaltblocks, dem es entnommen worden, zufolge, sei der Raum-Inhalt dieses Blockes 500 Rheinische Würfelfuß; so hat man nur das Gewicht eines Rheinischen Würfelfuß Wasser von 4° C. (oben a. a. O.) zunächst mit 500, und dann das Product mit 2,425 zu multiplieiren, um das Gewicht des Basaltblocks als Ergebniß zu erhalten.

**) Ein Schiff sei mit 10000 Centner à 100 Pfund gleich 1000000 Pfund belastet; so ist die durch seine Eintauchtiefe aus der Stelle getriebene Wassermasse dem Umfange nach gleich, dem eingetauchten Schiffstheil; wiegt nun 1 Würfelfuß Wasser von der Fühlwärme des beladenen Schiffes, z. B. 54 Pfund, so ist

Ueber Senkwagen und Aräometer mit Spindeln und mit Gewichten, vergl. m. Grundz. II, 160 ff. Unter allen hieher gehörigen physischen Geräthen gehören Beaumé's (Beck's, Benteley's, Cartier's u. A.) und Meißner's Aräometer (oder Hydrometer), so wie Richter's und Tralles' Alkoholometer zu den am meisten in Gebrauch genommenen. Nachstehende Tafel enthält Baumé's Aräometer-Grade: zurückgeführt auf Eigendichten oder „Eigengewichte" bei 10⁰ R. = 12⁰,5 C., wobei, zum Verständniß der B.'schen Gradleiter (Scale) vorab zu wissen nöthig: a) daß für Flüssigkeiten, die dichter (schwerer) als Wasser, 0 jenen Punkt bezeichnet, bis zu welchem der Dichte- oder Leicht-Messer (das Aräometer) in reinstem Wasser, von bemerkter Fühlwärme sich senkt; mithin den höchsten Punkt dieser Gradleiter, während durch 15 jener Punkt derselben sich angezeigt findet, bis zu welchem der Dichte-Messer eintaucht, wenn in 17 Gewichtstheilen solchen Wassers zuvor 3 Kochsalz gelöst worden. Von diesem 15ten Grade bis zum 50sten oder 60sten ist die Gradleiter abwärts in ebenso große Abstände (Grade) getheilt, als jene sind, welche von 0⁰ bis 15⁰ herabreichen; und b) daß für Flüssigkeiten: dünner (leichter) als Wasser, sich dort der 0⁰ findet, bis zu welchem der Dichte-Messer in einer 10⁰ R. habenden Lösung von 1 Kochsalz in 9 Wasser sinkt, während der zehnte Grad die Tauchtiefe in reinem Wasser anzeigt. Diesem zehnten Grade läßt man gewöhnlich, aufwärts, in gleichen Größen wie von 0⁰ bis 10⁰ theilend, noch 50 dergleichen Grade folgen:

B.'s Grade für dichtere Flüssigkeiten.	Denselben entsprechende Eigendichten.	B.'s Grade für dünnere Flüssigkeiten.	Denselben entsprechende Eigendichten.
0⁰ B.	1	—	—
3	1,020	10⁰ B	1
6	1,04	12	0,988
9	1,064	14	0,970
12	1,08	16	0,955
15	1,114	18	0,942
18	1,140	20	0,935
21	1,17	22	0,915
24	1,20	24	0,903
30	1,261	26	0,892
36	1,333	28	0,880

die Größe des eingetauchten Schiffstheils $= \frac{1000000}{54} = 18518 \frac{23}{27}$ Würfel-Fuß. Weiß man nun, wie tief ein Schiff ohne Ladung eintaucht, so kann man aus der Eintauchtiefe des beladenen Schiffes die Größe (das Gewicht oder die Lastenzahl) der Ladung berechnen; vorausgesetzt: daß das Eigengewicht, z. B. des Seewassers (z. B. der Rhede) bekannt ist, in welchem das Schiff vor Anker liegt.

B.'s Grade für dichtere Flüssigkeiten.	Denselben entsprechende Eigendichten.	B.'s Grade für dünnere Flüssigkeiten.	Denselben entsprechende Eigendichten.
42	1,414	30	0,871
48	1,500	32	0,856
54	1,594	34	0,847
60	1,717	36	0,837
66	1,848	37	0,832
69	1,920	38	0,827
72	1,990	39	0,822
75	2,080	40	0,817

Dadurch, daß bei dergleichen Eigendichte-Bestimmungen nicht immer gehörige Rücksicht auf den von B. gewählten Fühlwärme-Grad genommen wurde, geschah es, daß manche der bekannt gewordenen Rückführungen der B.'schen Aräometer- (oder Leichtmessungs-) Grade auf Eigengewichte, von einander zum Theil sehr beträchtlich abweichen; zum Theil mögen dergleichen Abweichungen auch daher rühren, daß man bei den Bestimmungen der Eintauch-Tiefen weder gleich reines Kochsalz, noch gleich reines Wasser anwandte. Auch das reinste Wasser von durchaus gleicher Fühlwärme, z. B. von 10° R., zeigt nicht durchaus und unbedingt gleichen Luftgehalt (und dadurch ungleiche Dünne) bei verschiedenem Barometerstande.*) Sehr weichen jene Rückführungen der B.'schen Grade auf Eigengewichts-Größen von einander ab, welche, nach Gilpin, v. Gerstner bekannt machte (vergl. Neumann's Chemie S. 185), während die durch den Ober-Lieutenant Huß und v. Jaquin vollzogenen sich den Gilpin'schen (Ann. de Chimie XXIII, 183), im Ganzen genommen sehr nähern.**)

Das Richter'sche Alkoholometer bezieht sich auf die im Hundert eines Gemisches von Alkohol und Wasser gegebenen Gewichts-, das Tralles'sche auf die hieher gehörigen Maaß-Verhältnisse. Sinkt daher ersteres in solchem Gemisch, z. B. auf 40, so zeigt diese Senk-

*) Die Gleichförmigkeit der Ausdehnung des erhitzten, übrigens durchaus Luft- wie Wasser-freien Mereur erhält sich für jeden Grad der Celsius'schen Scale, von 0° bis 250° C. sehr genau gleich 1/5550 Volum; über 250° C. hinaus mindert sich diese Gleichförmigkeit, und zwar meistens merklich: nahe dem Siede-Punkt des Mr (gleich 360° C. gleich 288° R.), dagegen bleibt die Zunahme der Raumumfangs-Minderung, durch Kältung, durchaus gleichmäßig bis zum Gefrierpunkt des Mr (gleich — 40° C. gleich — 32° R.).

**) In Baumgärtner's zu Wien 1820 erschienenen „Aräometrie", und in Meißner's ebendaselbst 1816 herausgekommenen: „Die Aräometrie in ihrer Anwendung auf Chemie und Technik," findet man zur Fertigung wie zur Anwendung der Dichte-Messer aller Art (für alkoholige, ölige, salzige, saure Flüssigkeit, alkalische Laugen, Most, Würze, Bier ꝛc. ꝛc.) sehr zweckmäßige Anleitungen; sehr genau gefertigte Meißner'sche Aräometer aller Art in Gebrauch zu nehmen, setzte den Verf. dieses Hbbs unter Andern der Mechaniker Niemann in Alfeld in den Stand.

tiefe an, daß in 100 Pfund des Gemisches 40 Pfund Alkohol gegen 60 Wasser zugegen sind, und dieselbe Bewandniß hat es mit dem Tralles'schen; bis zu 40 gesunken weiset es nach, daß die Flüssigkeit 40 Procent-Maaßtheile absol. Alkohol enthält, vorausgesetzt, daß man in beiden Fällen dergleichen Wägungen oder Messungen vollzog, bei jener Fühlwärme, bei welcher der Alkoholometer gefertigt worden. Meistens ist sie bei letzteren = 12°,5 R. = 15°,625 C. — Hinsichtlich der Bestimmungen des Alkohol- rc. Gehalts der Biere sind vorzüglich beachtenswerth das von Fuchs 1835 erfundene Hallymeter*) und von Steinheil's dioptrische Vorrichtung; vergl. Kunst- und Gewerbe-Blatt des polytechn. Vereins für das Königreich Bayern. Jahrg. 1846, Januar-Heft S. 4, und 1848, Mai-Heft, S. 278, wo man unter andern auch Schafhäutl's Beseitigung der von Balling gegen den Gebrauch des Hallymeters erhobenen Einwürfe, so wie S. 310 daselbst die Beschreibung von Schafhäutl's „aräometerischem Heber" oder Aräometer-Pipette beschrieben findet.

5) In Beziehung auf Innen-Bewegung und Leichtbeweglichkeit der Innen-Theilchen, ist das Verhalten jener Körper sehr lehrreich, die, bei aller Starrheit, Dichte und Größe ihrer Masse, dennoch durch leisen Fingerdruck bleibender Verschiebung ihrer Theilchen unterliegen. Man weiß, daß die durch und durch metallenen Säulen des (für die ausübende Astronomie rc. sehr wichtigen) Multiplications-Kreises die an Größe und Gewicht kleinen Kanonen vergleichbar sind, vollkommen senkrecht stehen müssen, was mittelst der Wasserwage (Libelle) bestimmbar ist. Um dieses zu bewirken, sind jedoch die, feinsten Windungen darbietenden, Fußschrauben nicht fein genug. Man gelangt indeffen zur vollen Befriedigung dieser Anforderung, wenn man jene Stellen des oberen Endes, welche noch um ein Kleinstes gegen den Horizont neigen, mit der Fingerspitze sanft in die entgegengesetzte Richtung (nicht schiebt, sondern nur) drückt. Sofort verbleibt die durch den Druck der Hand erzeugte senkrechte Stellung der ihm unterworfen gewesenen Säule, die sich demgemäß gegen jenen Druck verhält — wie ein weicher, verschiebbarer Körper. In welchem Maaße ein lagernder, starrer Körper von der wagrechten Lagerung abweicht, z. B. lediglich in Folge der Nichtunterstützung seines Schwerpunkts, läßt sich leicht mittelst des Fühlhebel's**) nachweisen, und ebenso auch bei jedem einseitig unterstützten gestreckten schweren Körper, z. B. bei einer Kanone, die nur in der Mitte unterstützt, an beiden Enden, durch den Fühlhebel sichtlich sich krümmt. Wie denn auch eine gute Wasserwage

*) Von ἅλς und λύω.

**) Ungemein empfindliche Hebel setzten und erhielten mehrere der Automaten des im vorigen Jahrhundert berühmten Mechanikers Vaucanson in Bewegung, so namentlich seine automatische Natter, die, wie lebend, kroch und zischte. V. fertigte sie zur theatralischen Darstellung von Marmontel's Cleopatra.

Verrückung ihrer Luftblase erleidet, wenn sie zuvor auf der Fensterbrüstung selbst des unteren Stockes eines Hauses zur Ruhe gekommen, auf derselben belassen wird, während man mit der Hand stark gegen die den Träger der Fensterbrüstung bildende Hausmauer drückt; Aufhebung solchen Druckes hat Wiederherstellung der vorigen Luftblasen-Lage zur unmittelbaren Folge. So krümmt sich auch ein feinster Faden sog. fliegenden Sommers (d. i. der Faden der wandernden Herbstspinne, Arena obtextrix), wie man ihn in Fernröhren wagrecht gespannt findet, mit seiner Krümmung zur Horizontal-Ebene geneigt; offenbar: in Folge der zur Erde gerichteten Bewegung seines Schwerpunkts; denn im dünnsten Faden, wie in dem wagrecht gegespannten stärksten Strick, Seil, Tau und in der: dickste Ringe darbietenden eisernen Kette, wie in allen Körpern ruhen, die, in Beziehung auf Fallbestimmung ununterstützten Theilchen nicht eher, bis sie, in der Richtung ihres Schwerpunktes zum Schwerpunkt der Erde, die ihnen mögliche tiefste Stelle erreicht haben. Alle diese Lag-Aenderungen und ebenso jene Krümmungen der Körper, zumal der organischen (oder der: diesen entstammenden, z. B. des Papiers), welche in ihnen durch einseitiges Erhitzen hervorgehen, und überhaupt alle durch Umschwung, Erschütterung, Wärmung, Elektrisirung, Magnetisirung und Durchleuchtung, durch Cohäsions-, Adhäsions- und chemische Bethätigung bewirkten Innen-Bewegungen (also alle Erregungs- und Leitungs- oder Fortpflanzungs-Erscheinungen — sey es des Umschwunges, des Schalles, der Wärme, der Elektricität *) des Lichtes, der Anhaftung und Mischung, der Vergasung, Tropfen-Bildung oder der Erstarrung), sie alle zeugen von der großen innerlichen Beweglichkeit aller stoffigen Dinge, damit aber von ihrem ununterbrochenen, durchgängigen Bewegtseyn, thun hiemit aber dar, da alle Stoffe elastisch sind: daß alle diese verschiedenen Innenbewegungen, nur Abänderungen in der Gesammtrichtung des Bewegten, d. i. der Wellen sind, in denen jede der genannten Arten der Innenbewegung als „Grundströmung der Theilchen" ihren Verlauf hat.

Zu Tafel II.

Fig. 1 und 2; vergl. S. 233.

Fig. 3 und 4; s. S. 342 ff.

Fig. 5; vergl. S. 416. Einen: vollständige Verbrennung von Torf-Kohlen bewirkenden, und daher weder rauchenden noch widrigen Geruch verbreitenden, innen „hölzernen" und mit Thon bekleideten kleinen Experimentir-Ofen, brauchbar zu Destillationen, Abdampfun-

*) Hier noch die Bemerkung, daß hinsichtlich elektrodynamischer Bemessungen ungemein lehrreich ist: Wilh. Weber's Elektrodynamische Maaßbestimmungen (wo man auch die Gesetze des Magnetismus nach Gauß entwickelt findet). Leipzig 1846. kl. Folio.

gen ꝛc. und genannt: Studenten-Ofen, beschreibt Hermann Börhaave, weiland (vor mehr denn hundert Jahren) sehr berühmter Professor der Arzneigelahrtheit (und Chemie) zu Leyden, in seinen, von Wiegleb aus dem Lateinischen verdeutschten „Anfangsgrunden der Chemie," praktischer Theil. (Zweite Aufl., mit Anmerk. von W.) Dresden 1791. 8. III. Theil, S. 227 ff.

Fig. 6; vergl. S. 421, wo jedoch statt Fig. 7 zu lesen ist Fig. 6.

Fig. 7, 8 und 9; vergl. S. 541 ff. Die Schiffs-Dampfmaschinen stimmten bisher wesentlich überein mit der a. a. O. beschriebenen Watt'schen Dampfmaschine. Das abwechselnde Einströmen des Dampfes in den oberen und unteren Theil vermittelt ein Schieber-Ventil, ähnlich der in Fig. 8 veranschaulichten Vorrichtung (vergl. S. 542). Der S. 544 erwähnte Sparhahn führt, gestaltet, wie Fig. 9 andeutet, die Benennung: Vierweg-Hahn. Die Wirkung des Condensator's (S. 542) kann man sich leicht veranschaulichen, durch folgenden Versuch: zwei kleine, mit ebenem Boden versehene gläserne Digerir-Kölbchen (wie man sie, im Kleinen, aus Barometer-Röhren zu blasen pflegt) verbindet man, nachdem in jeder derselben etwas Aether gegossen worden, mittelst zweier durchlöcherter Korke, mit einer wagrechten, an beiden Enden rechtwinklig abwärts gebogenen, offenen Glasröhre, so daß jeder der Korke von einem der Enden durchsetzt erscheint; der eine dieser Korke ist aber, neben seinem Glasröhren-Ende noch einmal durchlöchert, um den kürzeren Schenkel einer zweiten, an beiden Enden offenen, heberförmig gebogenen langen Glasröhre aufzunehmen, deren längerer Schenkel zur Seite des Kölbchens senkrecht herabreicht. Hat man nun die erstere wagrechte Röhre, mit ihren Kölbchen, mittelst eines passenden Stativ's (Gestells) so fest gestellt, daß ihre Richtung wagrecht bleibt, während die Kölbchen an ihnen senkrecht herabhängen, hebt dann, unter den Kölbchen ein offenes Gefäß mit heißem Wasser so in die Höhe, daß beide Kölbchen in das Wasser eintauchen, so geräth in beiden der Aether in's Sieden; der dadurch erzeugte Aetherdampf entweicht dann, die Luft mit sich fortreißend, durch die zweite, längere senkrechte Röhre. Sobald der Aether verdampft ist, bringt man unter das untere Ende dieser Röhre ein Gefäß mit trocknem Mercur; erkaltend mindert sich die Spannung des Röhren und Kölbchen füllenden Aetherdampfes bald in solchem Maaße, daß das Mercur in der senkrechten Röhre sichtlich aufwärts steigt, was noch beschleunigt und vermehrt wird, wenn man jenes Kölbchen, welches nur mit der wagrechten Röhre verbunden ist, statt des zuvor ihm dargebotenen heißen Wassers, nur in kaltes Wasser tauchen macht, und so, in Absicht auf Verdichtung, nicht nur des von ihm umschlossenen, sondern überhaupt alles Dampfes der ganzen Vorrichtung leistet, was der Condensator, in Beziehung auf Wasserdampf, für die zu tropfbarem Wasser zu verdichtenden (zu ent-spannenden) Wasserdämpfe der sog. Niederdruck-

Maschinen. Je größer die Spannung der Dämpfe, um so geringer der Vortheil des Condensators (weil damit dann auch jene Widerstände sich steigern, welche bei der Bewegung der Condensator-Luftpumpe überwunden werden müssen) und daher bei Hochdruck-Maschinen, statt Vortheil, entschiedener Nachtheil für die beabsichtigten Bewegungen. Hochdruck-Maschinen nehmen aber wenig Raum ein, weil sie weder des Condensators, noch der Luftpumpe bedürfen, und beträchtlich gespannter Dampf eines verhältlich kleinen Raumes bedarf, um zu leisten, was, bei großem Raumumfange große Niederdruck-Maschinen gewähren. *) Die

*) Ist der Gesammtdruck von 5 Atmosphären auf eine Fläche von 1 Geviertfuß wirksam, so kommt die Größe dieses Drucks jenem gleich, welche die Spannkraft von 1 Atmosphäre auf eine Fläche von 5 Geviertfuß-Größe auszuüben vermag. Angenommen, daß ein Pferd, binnen einer Secunde eine Last von 750 Kilogr. einen Decimeter hoch zu heben vermag, oder, was dasselbe sagen will, eine Hubkraft von besagter Stärke hat, und leistet eine Dampfmaschine dasselbe, so ist sie eine von einer Pferdekraft; oben S. 536 u. 1828 Anm. Kennt man den Rauminhalt des Cylinders, so wie des Kolbens, desgleichen des letzteren Gegenfläche (gegen die der Dampf drückt), dann die dem Wasser zu Theil werdende Ausdehnung, wenn es in 100⁰ C. heißen Dampf übergeht, so läßt sich daraus die Hubhöhe des Kolbens und aus dieser die Gesammtkraft der Maschine berechnen; vorausgesetzt: daß man die von der Maschine bei ihren Bewegungen erwachsenden Hindernisse, möglichst genau zu schätzen im Stande ist. Gesetzt, die Kolben-Gegenfläche betrage einen Quadrat-Decimeter, die gesammte Hubhöhe, deren der Rauminhalt des Cylinders fähig ist, aber zehn Decimeter, so ist dieser Inhalt gleich zehn Cubic-Decimeter (gleich zehn Liter) und soll daher der Kolben bis zu jener Hubhöhe hinauf getrieben werden, so sind dazu zehn Liter Dampf erforderlich. Hat dieser nun die Spannung von nur einer Atmosphäre, so ist dessen Druck, auf ein Quadrat-Centimeter Gegenfläche, beiläufig gleich ein Kilogr., der Gesammtdruck, den dadurch der Kolben erleidet, mithin gleich 100 Kilogr. und, abgesehen von Bewegungs-Hindernissen, würde der Kolben, käme sein Widerstand dieser Gewichtsgröße gleich, jene Hubhöhe erreichen, wenn zehn Liter 100⁰ C. heißer Wasserdampf in den Cylinder getreten. Ist aber dieses die Wirkung von zehn Liter solchen Dampfes, so ist sie bei einer Hubhöhe von nur einem Decimeter die zehnfache, also gleich 1000 Kilogr. und, da ein Liter Wasser 1700 Liter 100⁰ C. gleich heißen Wasserdampfes gewährt, so wird man, bei ungehinderter Bewegung, mittelst einem Liter Wasser, durch dessen Umwandelung 1700 Liter 100⁰ C. gleich heißen Wasserdampfes, 170000 Kilogr. bis zu 1 Decimeter-Höhe zu treiben im Stande seyn. Vgl. auch S. 541—561. Uebrigens wird die Kraft der Dämpfe in der Regel in Atmosphären ausgedrückt, in Maschinen meistens von 2 bis 36 getrieben (vgl. S. 559 ff.). Dampfmaschinen von 20 bis 50 (seltener 80) Pferdekraft und darüber, sind die am häufigsten in Gebrauch genommenen. Bei Watt'schen Maschinen verhält sich, erfahrungsgemäß, der Steinkohlen-Verbrauch zu der erzielten, unverkürzt verwendbaren, freien Maschinenkraft, bei einstündiger Feuerung, wie folgende Uebersicht nachweiset. Es gewährt ein Kohlen-Verbrauch

von 20 Pfund	1 Pferdekraft,	von 166 Pfund	20 Pferdekraft,
31 „	2 „	555 „	100 „
100 „	10 „	1100 „	200 „

Je größer die Dampfmaschine, um so weniger verhältlicher Wärme-Verlust, weil, was von einer kleinen Maschine durch Entstralung und Mittheilung von Wärme an die nicht zur Maschine gehörigen Umgebungen übergeht, bei großen Maschinen großen Theiles, den übrigen entfernteren Maschinentheilen zuwächst.

bekannteste der Hochdruck-Maschinen ist die der sog. Locomotive der Eisenbahnen, in denen für die erhitzte Luft des Brennraumes kein anderer Ausweg sich findet, als jene über- und nebeneinander wagrecht lagernden Röhren, welche solche Luft (Azotgas, gasige Carbonsäure, sammt Wasserdunst und Kohlenrauch) dem Schlot oder Schornstein zuführen und die, indem sie den mit Wasser gefüllten Raum durchsetzen (das außerdem auch den ganzen Feuerraum umgibt), dasselbe in Dampf verwandeln und dessen Dichte, entsprechend der über die Siedhitze mehr oder weniger beträchtlich hinausreichenden Hitze, damit aber dessen Spannkraft ununterbrochen vergrößern. Der Dampf, in dem Raum oberhalb des Wassers angelangt, wird dann durch eine senkrecht aufsteigende Röhre (die jedoch unten so gebogen erscheint, daß sie wagrecht, aber hoch genug ausmündet, um das Einspritzen des lebhaft siedenden Wassers zu verhindern), in den zugehörigen Cylinder geleitet. Diese Leitungsröhre theilt sich indessen in zwei bogenförmig gekrümmte Röhren, die dann zu Dampfbehältern führen, aus welchen der Dampf in die zwei wagrecht lagernden Cylinder tritt, in deren Hohlräumen die Kolben oder Stempel, sammt den zugehörigen Stangen wagrecht hin und her getrieben werden. Zu jeder Seite des Wagens liegt nämlich ein dergleichen Cylinder, deren Kolbenstangen in zwei sich umdrehende, mit den beiden größeren (und mittleren) Rädern der Maschine verbundene Arme, genannt Triebstangen, eingreifen; sobald die Kolben in Bewegung gesetzt sind, so drehen sich diese Arme, und folglich die Räder mit ihnen, gerade so, wie man eine Kurbel dreht, oder die Hand den Schlüssel, der eine Uhr oder Winde aufzieht. Damit aber die Hin- und Her-Bewegung der Kolben möglich werden und vor sich gehen, leiten je zwei Röhren den Dampf dadurch nacheinander in die beiden, einander entgegengesetzten Enden eines und desselben Cylinders, daß ein unterer, hin und her beweglicher Schieber abwechselnd die Zugänge zu den Innenräumen dieser Cylinder-Enden öffnet und schließt. Dringt dann z. B. der Dampf auf der rechten Seite in einen solchen Cylinder, so treibt er dessen Kolben linkswärts; bringt er dagegen auf der linken Seite ein, so erfolgt die Kolben-Treibung rechtswärts. Ist dann aber die eine oder die andere dieser Kolben-Schiebungen vollbracht, so findet der Dampf in kastenförmigen Behältern, die für ihn geöffnet erscheinen, Röhren mit aufwärts gestellten Mündungen vor, welche ihn in den Schlot ableiten; eine Ableitung, welche zugleich den Luftzug des Schlotes mächtig befördert, weil der Dampf die in den Schlot getretene, ihres Oxygen-Gases beraubte (Verbrennungs-) Luft mit fortreißt. *) Damit

*) Leitete man gewisse Antheile Wasserdampf in die glühenden Kohlen des Feuerraums, so dürfte wahrscheinlich auch jener feinste Kohlenstaub zur Verbrennung gelangen, welcher die aus dem Schlot emporwirbelnden Gase begleitet und grau färbt, was zugleich Verbrennungs-Vervollständigung wie Beschleunigung zur Folge

aber die Kolbenstangen nicht von ihrer Bahn weichen, und stets in derselben geradlinigen Richtung hin und her gehen, sind sie mit sog. Coulissen versehen, die jeder Ausweichung der Art zum genügenden Hinderniß dienen. Auf jeder Kolbenstange ist übrigens die zugehörige Triebstange unmittelbar gefestigt, und die, durch deren Vermittelung bewegte Kurbel, dreht die Axe des zugehörigen großen Rades so, daß durch jeglichen Hin- und Her-Gang des Kolbens eine ganze Rad-Umdrehung hervorgeht. Mit der Triebstange ist aber auch zugleich eine excentrische Scheibe verbunden, durch die jene zuvor erwähnte Schieber-Bewegung bewirkt wird. Aehnliche Hebelkräfte setzen aber auch die vorderen, wie die hinteren Räder in Drehung um deren Axen, und mittelst Emporhebung eines hinter dem Feuer-Raum hervorragenden Hebelarms vermag man sowohl die Dreh-Richtung dieser, als der großen Räder gleichzeitig in die entgegengesetzte zu verwandeln und so zu bewirken, daß der Dampfwagen rückwärts geht; man nennt solche Richtungs-Verkehrung: das Umsetzen der Bewegung. Sämmtliche Räder liegen aber, kraft des gegen ihre Axen wirkenden, dem Gesammt-Gewicht des übrigen Wagentheils entsprechenden Drucks, den Eisenbahn-Schienen mit solcher Gewalt auf, daß, wie sie bei ihrer Umdrehung kraft der Reibung fortschreiten, auch jene Maschine, an welche der Zug (Personen- und Lastwagen) gehängt ist, vorwärts geht, und zwar so, daß bei einer Rad-Umdrehung die fortschreitende Bewegung dem Rad-Umfange gleich kommt. *) Zur Vermeidung von Zerknallungen des Wasser-Behälters und damit des Dampfwagens selbst, befinden sich in dessen oberen Raum, zwei, mit ihren röhrenförmigen Hüllen oben lothrecht hervorragende Sicherheits-Ventile (S. 558 ff.), während am äußersten dem Schlotrohr entgegengesetzten Ende: die sog. Signal-Pfeife hervortritt. — Bei denen von Clegg erfundenen sog. atmosphärischen Eisenbah-

haben und jeden Falls nicht unbedeutende Ersparung an Kohlen zu Wege bringen würde. In wiefern die Einrichtung der Solarlicht-Erzeugung hiebei zulässig (oben S. 1832)? Auch darüber können nur Versuche entscheiden. Daß übrigens diese Feuerraum-Hitze nie so groß werden kann, daß schon lediglich in Folge derselben der Wasserdampf in O- und H-Gas zerfällt, leuchtet von selber ein; übrigens wollte schon lange vor Grove (S. 1639) Priestley (Crell's Ann. 1790. II, 236) dieselbe Art der Wasserzersetzung beobachtet haben.

*) Gesetzt, der Durchmesser eines dergleichen großen Rades beträgt 5 Fuß, so erreicht der Umfang etwas weniger als 16 Fuß. Da nun, während der Kolben des zugehörigen Cylinders einmal hin und her geht, jedesmal eine Umdrehung des Rades (und ebenso gleichzeitig auch der übrigen Räder) stattfindet, und da jedesmal 2 Cylinder gleichzeitig solche Kolben-Gänge erleiden, so sind, um ein Fortrücken von 16 Fuß zu bewirken, 4 Cylinder voll Dampf erforderlich, also für jede 4 Fuß ohngefähr ein Cylinder voll. Bei einer also wirkenden Locomotiv-Maschine beläuft sich daher die Schnelligkeit derselben auf 4mal 600 gleich 2400 Fuß innerhalb einer Zeit-Minute, oder beiläufig auf 27 Englische Meilen binnen einer Zeit-Stunde.

nen, ist es nicht der Wasserdampf, sondern der Luft-Druck, durch den der Wagenzug geradlinig, auf wagrechter Bahn in Bewegung gesetzt wird. Kleine Dampfmaschinen bewirken nämlich von Station zu Station Luft-Auspumpungen des geradlinig wagrecht hintereinander liegenden, hinreichend starkwandigen, inwendig auf's vollkommenste ausgeschliffenen, durchweg (Punkt für Punkt) möglichst gleichweiten metallenen Hohlcylinders, dessen oberste Wandung der ganzen Länge nach durchschnitten ist, während hinreichend stark federnde Seitenklappen durch (mittelst Hitze gehörig erweichten) Talg diese ganze Durchschnitts-Oeffnung so lange schließen, bis eine lothrechte, sehr starke Eisenstange sie öffnet, welche sich auf den beweglichen Stempel (Kolben) unbeweglich gefestigt findet, der in dem (an beiden Enden luftdicht geschlossenen) Hohlcylinder weilt. An dieser Eisenstange ist der Wagenzug befestigt; sobald nun der Hohlraum des Cylinders vor dem Kolben hinreichend von Luft entleert ist, drückt die nun hinter demselben zugelassene atmosphärische Luft mit um so größerer Gewalt gegen die Hinterfläche des Kolbens, je größer die Fläche ist, und je mehr die Luft vor dem Kolben verdünnt worden und andauernd verdünnt wird; die Eisenstange öffnet sich dann die erwähnten, bis zur hinreichenden Weiche des Talgs erhitzten Durchschnitts-Klappen, die, in Folge ihres Gewichts und ihrer Federkraft, sich wieder vollkommen schließen (und durch Erkaltung ihres Talgs luftdicht geschlossen bleiben), sobald die Stange hindurch gegangen. Ueber die neueste Vereinfachung der Schiffs-Dampfmaschine, vergl. S. 1800 Anm.

Fig. 10 ist dazu bestimmt, die wesentlichen Theile der Leidener Flasche zu veranschaulichen; vgl. S. 424, wo jedoch statt **Fig.** 8 zu lesen ist **Fig. 10.**

Fig. 11 bezeichnen die Durchschnitte der erhaben und vertieft gekrümmten Spiegel **a** der des Hohlspiegels und **b** jenen eines erhaben hohlkugelschnittlich gekrümmten und **Fig.** 12 die der erhaben und hohl gekrümmten, Licht brechenden Linsen. Hinsichtlich der ersteren Figur ist zu vergleichen S. 1643, 1659, 1672 Anm., 1681, 1686 (hinsichtlich der hier berührten parabolisch gekrümmten Spiegel ist noch nachträglich zu bemerken: „daß sie von den Fehlern der „Abweichung wegen der Kugel-Gestalt" frei und auch in dieser Hinsicht den Hohlkugelschnitt-Spiegeln vorzuziehen sind) zur Erläuterung der letzteren Figur, außer den letzteren drei angeführten Seiten, vorzüglich S. 1668 ff., 1671 ff., 1684 ff., 1686 und 1691.

Fig. 12 **a**, **b** und **c** dienen zur Veranschaulichung der erhaben **d**, **e** und **f** zu jener der hohl gekrümmten Linsen; die in den einzelnen Figuren 11 wie 12 vorkommenden geradlinigen, wagrechten Querstriche bezeichnen die Axen, bei **Fig.** 11 der Spiegel, bei **Fig.** 12 der Linsen. Hinsichtlich der Erklärung der Lichtbrechungen nach der sog. Undulations-Theorie, unter der Voraussetzung, daß Lichtwellen: Aetherwellen seyen, vergl. Poggendorff's Ann. **XXX**, 341. Bei den früheren Untersuchungen über das Brechungs-Vermögen der Linsen, ließ man deren Dicke ganz unbeachtet. Gauß's bekannt gewordene, hieher gehörige Untersuchungen lehren unter andern, daß es für jede Linse einen optischen Mittelpunkt gibt, der dort gegeben ist, wo der Hauptstral, seinem zweiten Theile nach, vor- oder rückwärts verlängert, die Axe der Linse trifft. Er liegt innerhalb der Linse, wenn sie **biconvex** oder **biconcav** ist; in der Fläche, wenn die Linse **plan-convex** oder **planconcav** und außerhalb der Linse, und zwar immer auf Seite der stärkeren Krümmung, wenn sie **convex-concav** oder **concav-convex** ist.

Register.

Digitized by Google

Verbesserungen.

Seite	Zeile	
48	10	v. u. nach keines setze Weges
56	17	v. u. statt Kampfer setze Camphor
76	17	v. o. statt Phirsichbäume setze Pfirsichbäume
80	15	v. u. nach Länder streiche keiner
109	14	v. o. statt (S. 91) setze (S. 87)
119	2	v. o. nach Anziehungen setze (S. 61)
140	21	v. u. statt Searesby setze Scoresby
164	16	nach) setze :
166	1	und 2 v. u. streiche Hy-drat
174	25	v. u. statt — 5°,56 C = 4°,44 R. setze — $5^{\circ}\frac{5}{9}$ C = $4^{\circ}\frac{4}{9}$ R.
176	23	v. o. nach Toisen streiche)
202	21	v. u. nach Alkalien streiche (
228	22	v. o. setze vor Auf ×
230	16	v. u. statt Samium setze Samum
233	16	〃 statt Sturmbrausen lies Sturmsausen
237	19	v. o. statt Ptolomäus lies Ptolemäos
240	27	v. u. statt (Periosci) lies (Perioeci)
253	13	〃 statt Bongland's lies Bompland's
262	2	〃 statt -ren setze -nen
269	10	v. o. statt -elliptisch setze elliptisch
270	19	v. u. streiche das erste der
277	11	v. o. statt Ptolomäus lies Ptolemäos
277	18	〃 〃 〃 〃 〃
279	1	〃 〃 〃 〃 〃
282	23	〃 〃 〃 〃 〃
320	5	v. u. 〃 Arsenik lies Arsen
320	8	〃 〃 4,52748518 lies 5,52749518
327	26	v. o. 〃 Wasserdampfen lies Wasserdampfes
334	3	v. u. 〃 -eret lies -cet
344	11	v. o. 〃 Destiliren lies Destilliren
351	28	v. u. 〃 Böhme lies Böhm
377	16	v. o. vor dieser setze fehlt
390	21	〃 statt Kächelchen setze Kügelchen
406	7	〃 〃 2te lies 3te
413	11	v. u. 〃 reducirten lies reducirenden
416	8	〃 〃 nur lies mir
416	17	〃 〃 nach alle setze öligen
421	6	〃 〃 7 lies 6
432	13	v. o. 〃 Pf. lies Verhältnißgewicht
432	15	〃 〃 〃 〃 〃
432	15	v. u. 〃 Kennelkohle lies Cannelkohle
448	19	〃 〃 benennbare lies brennbare
464	20	〃 〃 Dampfkreises lies Dampfkreisels
466	16	v. o. 〃 42 lies 47.
468	15	〃 〃 Magnetismus lies Elektricismus
470	15	〃 〃 Entwurf lies Einwurf
470	15	v. u. 〃 〃 〃 〃
471	4	v. o. 〃 Perioecs lies Perioeci
473	1	v. u. 〃 je lies jede
490	18	v. o. 〃 -Marne lies -Marum
491	19	〃 〃 Schelle lies Schnelle

Seite	Zeile	
494	13	v. u. statt Böttigers lies Böttger's
495	8	„ „ „ „
498	12	„ „ empfohlen lies empholene Wasserglas
500	15	v. o. „ Romer lies Römer
502	22	„ „ Schwefelsäure lies Salzsäure
507	18	v. u. „ Scheel lies Scheele
507	13	„ „ Samburus lies Sambucus
507	11	„ „ Kalioxalat lies Kalkoxalat
507	8	„ „ Broconnots lies Braconnot's
509	22	„ „ Hydrogenhyperhaloid lies Hydrogenhyperoxyd.
521	8	v. o. „ geriebenen lies getriebenen
541	1	v. u. „ RR lies rr
542	3	„ „ S lies s
542	17	„ „ „
546	2	„ „ Poppendorff lies Poggendorff
547	9	v. o. „ diese lies tiefe
548	16	v. u. „ Nichoson lies Nicholson
567	14	v. o. „ Aeolopica lies Aeolopila
568	1	v. u. „ Wasservogel lies Wasserorgel
580	22	„ „ wenn lies durch
586	20	„ „ Elouet lies Clouet.
586	20	„ „ Schwefel lies Schweflicht
590	17	„ „ Huttens lies Hutton's
595	17	v. o. „ analgamirt lies amalgamirt
608	22	„ „ Summe lies Summirung
609	6	v. u. „ Epponenten lies Exponenten
616	Spalte rechts Zeile 16	v. u. statt Sie setze Von ihr
616	„ „ „ 13	„ streiche ward
616	„ „ „ 12 u. 11	v. u. statt sie mit sich selber multiplicirt oder ihr setze das Quadrat dieser größeren Seite
616	„ „ „ 6	v. u. nach die setze Quadrate
621	20	v. o. statt E — setze X
647	21	v. u. „ (S. 601) lies (S. 631)
654	1	„ „ von nein lies von ein
655	6	v. o. nach seit setze ankommt
655	13	v. u. „ Glied setze mit
656	17	„ statt λ setze α)
692		ist statt 269 als Seitenzahl zu setzen
713	14	v. u. statt Vieltheilung lies Vieltheiling
718	16	v. o. „ Zweitheilung lies Zweitheiling
759	7	„ „ Reichen lies Reihen
764	16	„ „ Voltair'schen lies Volta'schen
767	9	v. u. „ Agot lies Azot
776	11	„ „ Mellitith lies Mellith
791	12	v. o. „ Hydrogenchlorer lies Hydrogenchlorür
792	5	v. u. „ Marynacs lies Marignac's
810	8	v. o. „ Untermangansäure lies Uebermangansäure.
848		ist statt 448 als Seitenzahl zu setzen
850	21	v. o. statt Grotfuß lies Grotthuß
850	21	v. u. streiche nach Metallverbindungen das ;
851	2	v. o. statt -gen = 1 lies -gen = 100
853	23	„ „ es setze 2 Chloral
853	23	„ „ $KO\ H_2\ O$ setze $4\ KO\ H_2\ O$
853	24	„ „ Ch_2 setze Ch_4
853	24	„ „ KCh_2 setze $3\ Ch_2$
853	23	v. u. nach 1 KOF setze nebst 4 CO
855	5	v. o. statt bei 15' C setze bei 15° C
856	10	„ „ 53,000 setze 26,5
856	11	„ „ 116,000 setze 53,0
856	7	v. u. „ 398 setze 598
856	8	„ nach 1700 setze 272, wenn H = 1

Seite	Zeile	
856	10	v. u. statt 398 setze 598
856	14	„ „ 363 setze 369
857	17	v. o. vor bei setze 202,5315
857	18	„ vor bei setze 405,0630
857	10	v. u. statt O_2 setze Os_2
857	10	„ „ $(U_7 + O_2)$ setze $(U_2 + O_2)$
857	11	„ „ O setze Os
860	22	„ streiche S. 192 ff. Anm.
865	1	v. o. statt das lies des
869	15	„ nach ersteres setze nicht viel
869	16	„ vor zäher setze aber
871	1	v. u. statt 20 setze 28
872	27	v. o. „ gemischet setze gemische
872	22	v. u. „ (754 =) setze (75,4 =)
873	5	„ „ 506 setze 776
874	21	v. o. „ C_3 A setze C_2 SA
874	9	v. u. „ Kly setze Kchy
875	6	v. o. nach Kyanursäure setze und HCh
876	23	v. u. statt Amil setze Amyl
876	23	„ „ Ai oder C_5 OH_1 setze Amilen oder C_5 H_{10}
822	2	v. o. „ Idsomer lies Isomer
882	9	„ „ Sulphyr lies Sulfür
882	6	v. u. „ Hyderoxyd lies Hyperoxyd
886	21	v. o. „ Antzalkali- lies Aetzalkali-
893	25	v. u. „ Lichtroth gültig lies Lichtrothgültig
893	16	„ „ das setze durch
893	12	„ nach 1) setze bereitete
902	5	„ statt Amilon lies Amylen
902	2	„ „ Amilol lies Amylol
913	18	v. o. nach aufhellen setze würde
917	17	v. u. statt Formicsäure lies Formylsäure
917	25	„ „ Baseförderung lies Baseforderung
928	28	„ vor 918 setze 912 und
	12	„ nach S. setze 912
933	21	„ statt 6 setze 4
940	6	„ „ Ran setze Nan
941	3	„ „ begränzte setze begränzten
943	20	v. o. „ 15,7 lies 31,4
943	22	„ „ 37,6 lies 75,2
945	19	und 20 v. o. statt bereitet lies verbreitet
948	20	v. u. statt 51 und 96 setze 51,96
955	6	v. o. „ + Ky setze + Fe Ky_3
957	23	v. u. „ Mr = O setze MrO
957	18	„ „ 945 setze 354
958	10	„ „ MrO_2 setze Mn O_2
961	7	v. o. nach gänzlich setze klar
963	6	v. u. statt Ueberschwefelsäure setze Ueberschwefelblausäure
964	13	„ „ -chem setze -lichchem
969	24	„ „ [8 setze [C8
969	1	„ „ der setze des die
970	14	„ „ L lies L
971	5	v. o. „ Kyanursäure lies kyanursaurem
971	18	v. u. „ bilden 2 B. G. desselben mit 1 Säure setze bildet es basische Doppelsalze, die vollkommen neutral sind.
971	15	„ streiche und
971	15	„ nach AO_5 streiche und AgO
971	14	„ statt Salz setze Doppelsalz
971	14	„ nach Salz; streiche desgleichen
979	17	„ streiche vor Variolaria (
987	8	„ statt Chlostilbase lies Chlorstilbase
988	18	„ „ Chlostilbasige lies Chlorstilbasige

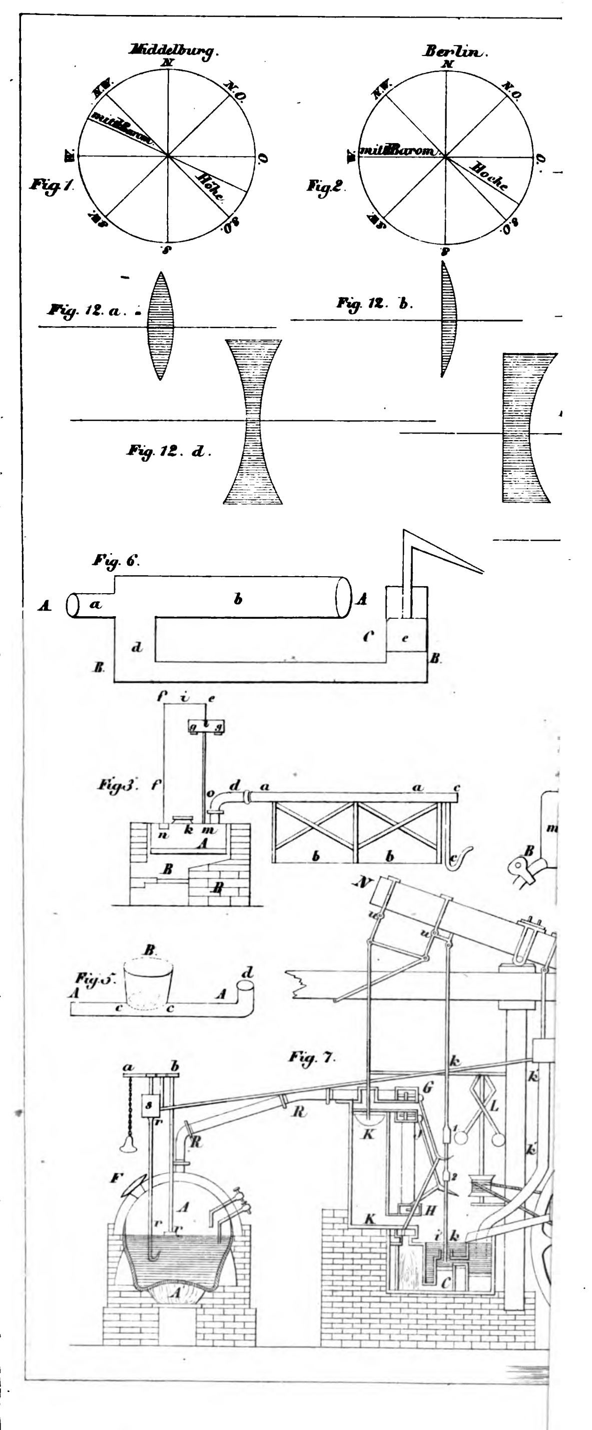
Seite	Zeile			
990	18	v. u.	statt	920 lies 929
994	14	"	nach	auch setze ein
994	13	"	"	Dampf setze erinnerndes
1001	10	v. o.	statt	Salicetin lies Saliretin
1009	14	"	"	Copalmol setze Copalmöl
1015	11	"	"	Hydrathion setze Hydrationen
1016	23	v. u.	"	Umbildungstheilen lies Umbildungstheiles
1019	16	v. o.	"	Humus lies Humor
1019	4	v. u.	"	Fiberin lies Fibrin
1020	12	v. o.	"	Rota Graveolens lies Ruta graveolens
1020	13	"	"	sephyllum lies Serpyllum
1021	7	"	"	Lenys lies Lewis
1021	19	v. u.	"	feine lies seine
1024	8	v. o.	"	Dithionsäure lies Dithionichtsäure
1028	11	v. u.	"	erregter lies erregte
1046	17	v. o.	"	Acrilsäure lies Acrylsäure
1051	3	v. u.	"	Muskatblättchen lies Muskatblüthe
1051	13	"	"	Elais lies Elaeis
1053	8	"	"	Tetrahata lies Tetrahita
1054	25	"	"	Caryophylin lies Cariophyllin
1065	16	"	"	Glyceryl lies Glycyl
1072	12	"	"	Honschauer lies Hruschauer
1079	21	v. o.	"	vü) setze vü2)
1094	15	"	streiche 1	
1095	19	"	statt	vorhandenen setze entstandenen
1096	13	"	"	Um- setze Ueber-
1100	19	v. u.	"	Cholonisäure setze Choleinsäure
1112	17	"	"	Choloinsäure lies Choleinsäure.
1127	2	"	"	— C setze — E
1127	3	"	"	+ C setze + E
1144	25	"	"	anderen setze besseren
1149	23	"	"	Carthica setze catharticus
1151	21	"	"	Gummigut setze Gummigutt
1151	17	"	"	Trionella setze Trigonella
1159	2	"	"	Danziger setze Nanziger
1171	6	v. o.	nach	ihrem setze Verhalten
1171	15	"	statt	bringt setze bringen
1180	7	"	"	C_4 setze C_7
1192	12	v. u.	"	2 bis setze 1 bis
1200	15	v. o.	"	Xanthogensäure lies Xanthopensäure
1201	17	"	nach	den setze Säuren
1210	22	"	statt	Amorphen setze amorphen
1217	16	v. u.	nach	Jahrhundert setze deren Fettöl
1218	14	v. o.	statt	und Parastin setze Paraffin
1218	21	v. u.	"	2 HO setze 4 HO
1218	21	"	"	2 A H_2 O SO_3 setze 2 A H_4 O SO_3
1235	20	"	nach	reines setze starres
1239	4	"	statt	Oxalatsäure setze Oxalsäure
1240	10	"	"	KO CO setze KO CO_2
1242	12	v. o.	"	Tineal setze Tinkal
1246	5	v. u.	"	Crel's setze Crell's
1253	19	"	"	Thonerde setze Thorerde
1254	9	v. o.	"	Wedgword setze Wedgewood
1262	1	"	nach	Milchsäure setze ;
1271	25	v. u.	statt	SO_5 setze AO_5
1273	23	"	"	BiO setze BiO_3
1279	17	v. o.	"	BiO setze BiO_3
1300	5	"	nach	Vitriolöl setze)
1301	22	v. u.	statt	S. 1836 lies S. 1036
1305	9	v. o.	"	KO A SO_3 und KO A SO_5 setze KO AsO_3 und KO AsO_5
1309	12	v. u.	"	CO_3 setze C_2O_3
1314	17	"	"	+ NaO $\bar{\bar{T}}$ + setze + NaO $\bar{\bar{T}}$ + 10 HO

Seite	Zeile			
1314	16	v. u.	streiche	10 HO
1315	16	v. o.	statt	Säuren setze Salzgründer
1315	15 u. 16	v. u.	statt	verliert setze entläßt
1327	14	v. u.	nach	C_{16} setze H_3AO_2
1329	20	v. o.	statt	S's setze R's
1340	7	"	"	Reinfarn setze Rheinfarn
1341	14	"	nach	und setze im
1341	14	"	statt	allgemeinen setze Allgemeinen
1343	5	v. u.	nach	Senföl setze S. 997
1370	1	"	statt	Pikrolycion lies Pikroglycion
1371	18	v. o.	"	Pyrolivilsäure lies Pyro-Olivilsäure
1374	6	"	"	Crystallogummiide setze Krystallogummiide
1384	3	v. u.	"	Ichthiin setze Ichthyin
1388	9	v. o.	"	" " "
1393	16	"	"	1686 setze 1086
1393	3	v. u.	"	1206 setze 1216
1393	23	"	"	Humulus setze Humor
1394	2	v. o.	"	Alumin setze Albumin
1398	16	"	"	Tringa setze Fringa
1421	21	v. u.	nach	O-Gases setze nicht allein
1440	8	v. o.	statt	belfen setze helfen
1440	9	"	"	Bebackung setze Behackung.
1440	22	"	"	1746 setze 1846
1443	4	v. u.	"	Chlor setze Hydrochlor
1451	5	v. o.	"	des setze das
1463	20	"	streiche	§
1483	16	"	statt	Bruchen setze Benchen
1536	8	"	"	2) setze Anm.
1557	3	"	"	5) setze 4)
1585	21	"	"	Monte... lies Monte di Fo
1612	17	v. u.	"	Leibner lies Leydener
1615	7	v. o.	"	c) lies b)
1658	14	v. u.	"	Entstrahlung lies Entstralung
1659	10	"	"	entstrahlender lies entstralender
1664	20	v. o.	"	Wellenlänge lies Menge
1676	21	v. u.	nach	sich lies gehende
1698	3	"	statt	des Körpers lies der Körper
1718	5	v. o.	"	Verplattirung setze Verplatinung
1718	9	v. u.	"	Botus setze Bolus
1723	21	"	"	erhält setze bekommt
1724	18	v. o.	nach	(S. setze 1658
1728	10	"	statt	in dem setze in der
1758	20	"	"	Winter setze Winterl
1765	1	v. u.	nach	Poggendorff's Ann. setze a. a. O.
1772	22	v. o.	statt	AO_8 setze AO_5
1875	9	v. u.	"	vor sechs setze vor acht
1879	8	v. o.	"	442 setze 472

Register-Verbesserungen.

Seite 1922 statt Aerotanity setze Aerotanyt
" 1923 " (Albumin) löslicher und unlöslicher setze lösliches und unlösliches
" 1925 nach Ammoniak-Bildung statt 1078 setze 762, 958
" 1925 " Amygdalin setze Amygdin 1423
" 1925 statt (Analyse) chemische setze arithmetische
" 1928 nach Bromid setze 854
" 1932 " (Englische) setze Obergährbier 1527
" 1933 " (Blau-Holz) setze Säure desselben 903, 964.
" 1933 " (Blausäure) setze 355, 903, 964
" 1933 unter (Bleichen) setze (nach Alkalien) 795, 800, 818, 1240, 1321, 1482.
" 1936 nach (Cacao 2c.) setze Cadmium 858, 1273, 1279, 1295
" 1937 bei Camphoröl streiche a
" 1938 statt Centripedalkraft setze Centripetalkraft
" 1939 bei Chrom statt 855 setze 857
" 1940 nach (Chromsäure-Kali) setze als Reagenz auf Chlormetalle 1264
" 1944 statt Doppelt-Berechnung setze Doppelt-Brechung (des Lichtes)
" 1947 bei Eisentinctur statt 848 setze 808
" 1953 statt Thanginamandeln setze Thanghinmandeln
" 1955 " Fruchtmesser setze Feuchtmesser
" 1956 bei Gallägerbsäure streiche 951 u. 968
" 1957 " Gasbeleuchtung (Verbesserung ders.) nach 438 setze 1066
" 1957 nach Gebirgsarten, fragliche streiche das ,
" 1957 " Gebirgs-Gesammtgestein statt geschwängert setze geschwärzt
" 1960 statt Gold, Auflösung desselben in setze Gold, Auflösung desselben und (Galläpfel-Aufguß)
" 1962 nach (Häringsthran) statt: s. u. Heringsthran setze 1061
" 1964 streiche Heringsthran 1061
" 1964 nach Heringe setze (Häringe)
" 1965 bei Humin nach 955 statt 1174 setze 1074
" 1966 nach Hydro setze -Chlorsäure 1301
" 1966 " " -Fluor-Silicsäure setze 1265
" 1966 statt (Hydrogen-) Phosphit setze Phosphid
" 1966 " (Hydrogen-) Selenit setze Selenid
" 1969 bei Kälte statt Algamation setze Amalgamation
" 1969 statt Itacentsäure setze Itaconsäure
" 1972 (unter Kartoffeln) statt wechselnde Gestalt setze wechselnder Gestalt.
" 1972 nach s. Katiode streiche a
" 1972 unter Kette (verschiedentlich geordnet) statt Rem's setze Reinsch
" 1974 nach (Korallen-Rothholz) statt s. Corallen setze 1125
" 1975 " Krystallmagnetismus setze (nach Kastner) u. weiter unten streiche (nach Kastner)
" 1976 unter (Kupfer) statt Platirung setze Plattirung
" 1976 " " nach Kupfer-Röthe setze Kupfer-Säure 1270
" 1976 " " nach Schmelzhitze desselben setze Verzinnung dess.: nassen Weges 1261
" 1976 " (Lackmus) statt Hornstoff setze Harnstoffgehalt
" 1977 statt Leikom setze Leiokom
" 1978 " Leuchte setze Leuchten; statt derselben lies desselben
" 1980 nach Lipinsäure setze 1051
" 1980 " Läfte (2c.) setze 593
" 1981 statt Lustri setze Lustra

Seite 1984 streiche Mellansäure
„ 1986 statt und (nach Platin, unter Metalle: Wärmeleitung) setze nach
„ 1994 „ Regeln (nach Ost-Winde) setze Regen-Gränzen
„ 1994 nach Oxalsäure streiche 810, 887
„ 1994 „ Oxamid statt sie setze es
„ 1955 „ Papierkohle statt animalische setze mineralische
„ 2001 unter (Probenehmen) statt chemischermaßen setze chemische nassen
„ 2003 nach (Qualitäten) statt Eigenschaften setze Beschaffenheiten
„ 2005 „ Rhodan streiche 1213
„ 2007 bei Saflor streiche 460 u. s. a. Zaffer
„ 2008 nach Sandarach streiche und
„ 2011 streiche Schnellbleichungs-Essig-Feuersätze 515, 516
„ 2012 nach Schwefelblumen streiche 848
„ 2013 statt Schweiß-Essigsäure, Gehalt derselben setze Schweiß, Essigsäure-Gehalt desselben
„ 2015 unter (Siderismus) statt Weiterl setze Winterl
„ 2019 bei Stib-Sulfid streiche 481
„ 2019 statt Stink-Oel setze Stinkasand-Oel
„ 2021 bei Strohwein streiche: s. a. Weinsyrupe der Apotheker 1521.
„ 2021 statt Sulzmilch setze Sülzmilch
„ 2024 streiche Thiertheile ꝛc.
„ 2024 statt Töpfergeschirr setze Töpfer- od. Häfner-Geschirr 254, 1254
„ 2024 streiche Häfnergeschirr
„ 2029 (bei Verwandtschaft) statt „vorbereitete" setze vorbereitende u. statt „anreizende" setze anregende
„ 2029 (bei Vitriol) statt 1935 setze 935
„ 2030 statt (Vorzeichen) der Jahreszeit und Winde setze der Jahreszeiten-Winde
„ 2031 unter Wärme (-Leitung) statt Trübung setze Trocknung
„ 2032 statt Wallnußbaumsaft ꝛc. setze Wallnuß- oder Welschnuß-Baumsaft und Oel 939 und 1052
„ 2033 „ Wasser-Firniß setze Wasserglas-Firniß
„ 2035 nach (Weinstein) statt s. setze oder
„ 2038 streiche Wurfgift
„ 2039 bei Zink streiche 658.


Middelburg.
N
N.W.
N.O.
mittl. Barom.
W.
O.
Fig. 1.
Höhe.
S.W.
S.O.
S
Berlin.
Fig. 2.
Hoche
Fig. 12. a.
Fig. 12. b.
Fig. 12. d.
Fig. 6.
Fig. 3.
Fig. 5.
Fig. 7.